

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C.20231
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

| | |
|--|---|
| Date of mailing (day/month/year) 15 September 2000 (15.09.00) | |
| International application No. PCT/EP00/00312 | Applicant's or agent's file reference FH000102PCT |
| International filing date (day/month/year) 17 January 2000 (17.01.00) | Priority date (day/month/year) 23 February 1999 (23.02.99) |
| Applicant SPERSCHNEIDER, Ralph et al | |

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

10 August 2000 (10.08.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

| | |
|---|---|
| The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35 | Authorized officer Charlotte ENGER Telephone No.: (41-22) 338.83.38 |
|---|---|

PATENT COOPERATION TREATY

PTO/PCT Rec'd 22 AUG 2001 From the INTERNATIONAL BUREAU

**NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT**

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

To:

SCHOPPE, Fritz
Schoppe, Zimmermann & Stöckeler
Postfach 71 08 67
D-81458 München
ALLEMAGNE

- 7. APR. 2000

| | |
|---|--|
| Date of mailing (day/month/year) 31 March 2000 (31.03.00) | |
| Applicant's or agent's file reference FH000102PCT | IMPORTANT NOTIFICATION |
| International application No. PCT/EP00/00312 | International filing date (day/month/year) 17 January 2000 (17.01.00) |
| International publication date (day/month/year) Not yet published | Priority date (day/month/year) 23 February 1999 (23.02.99) |
| Applicant FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V. et al | |

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

| <u>Priority date</u> | <u>Priority application No.</u> | <u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u> | <u>Date of receipt of priority document</u> |
|-------------------------|---------------------------------|---|---|
| 23 Febr 1999 (23.02.99) | 199 07 729.0 | DE | 22 Marc 2000 (22.03.00) |

| | |
|---|--|
| <p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No. (41-22) 740.14.35</p> | <p>Authorized officer</p> <p>Carlos Naranjo</p> <p>Telephone No. (41-22) 338.83.38</p> |
|---|--|

003202675

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INFORMATION CONCERNING ELECTED
OFFICES NOTIFIED OF THEIR ELECTION

(PCT Rule 61.3)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

SCHOPPE, Fritz
 Schoppe, Zimmermann & Stöckeler
 Postfach 71 08 67
 D-81458 München
 ALLEMAGNE

25 SEP 2000

| | | | |
|---|--|---|--|
| Date of mailing (day/month/year) 15 September 2000 (15.09.00) | | IMPORTANT INFORMATION | |
| Applicant's or agent's file reference + FH000102PCT | | | |
| International application No. PCT/EP00/00312 | International filing date (day/month/year) 17 January 2000 (17.01.00) | Priority date (day/month/year) 23 February 1999 (23.02.99) | |
| Applicant FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. et al | | | |

1. The applicant is hereby informed that the International Bureau has, according to Article 31(7), notified each of the following Offices of its election:

EP :AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE

National :AU,CA,CN,JP,KR,US


2. The following Offices have waived the requirement for the notification of their election; the notification will be sent to them by the International Bureau only upon their request:

None

3. The applicant is reminded that he must enter the "national phase" before the expiration of 30 months from the priority date before each of the Offices listed above. This must be done by paying the national fee(s) and furnishing, if prescribed, a translation of the international application (Article 39(1)(a)), as well as, where applicable, by furnishing a translation of any annexes of the international preliminary examination report (Article 36(3)(b) and Rule 74.1).

Some offices have fixed time limits expiring later than the above-mentioned time limit. For detailed information about the applicable time limits and the acts to be performed upon entry into the national phase before a particular Office, see Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The entry into the European regional phase is postponed until 31 months from the priority date for all States designated for the purposes of obtaining a European patent.

| | |
|--|---|
| The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35 | Authorized officer: Charlotte ENGER  Telephone No. (41-22) 338.83.38 |
|--|---|

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

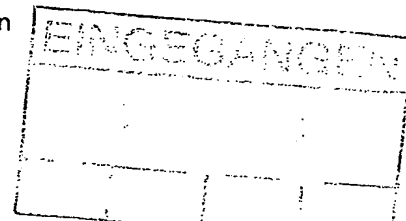
NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

SCHOPPE, Fritz
Schoppe, Zimmermann & Stöckeler
Postfach 71 08 67
D-81458 München
ALLEMAGNE



| | | |
|--|--|---|
| Date of mailing (day/month/year) 31 August 2000 (31.08.00) | | |
| Applicant's or agent's file reference + FH000102PCT | | |
| IMPORTANT NOTICE | | |
| International application No. PCT/EP00/00312 | International filing date (day/month/year) 17 January 2000 (17.01.00) | Priority date (day/month/year) 23 February 1999 (23.02.99) |
| Applicant FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. et al | | |

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:
AU, KR, US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:
CA, CN, EP, JP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on
31 August 2000 (31.08.00) under No. WO 00/51241

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a **demand for international preliminary examination** must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the **national phase**, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

| | |
|---|--|
| <p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No. (41-22) 740.14.35</p> | <p>Authorized officer J. Zahra</p> <p>Telephone No. (41-22) 338.83.38</p> |
|---|--|

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION OF RECEIPT OF
RECORD COPY

(PCT Rule 24.2(a))

To:

SCHOPPE, Fritz
 Schoppe, Zimmermann & Stöckeler
 Postfach 71 08 67
 D-81458 München
 ALLEMAGNE

| | |
|--|---|
| Date of mailing (day/month/year) 01 March 2000 (01.03.00) | IMPORTANT NOTIFICATION |
| Applicant's or agent's file reference FH000102PCT | International application No. PCT/EP00/00312 |

The applicant is hereby notified that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V. (for all
 designated States except US)
 SPERSCHNEIDER, Ralph et al (for US)

International filing date : 17 January 2000 (17.01.00)
 Priority date(s) claimed : 23 February 1999 (23.02.99)
 Date of receipt of the record copy
 by the International Bureau : 17 February 2000 (17.02.00)

List of designated Offices :

EP : AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE
 National : AU, CA, CN, JP, KR, US


ATTENTION

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- ☒ time limits for entry into the national phase
☒ confirmation of precautionary designations
☒ requirements regarding priority documents

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

| | |
|--|---|
| The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35 | Authorized officer:  Telephone No. (41-22) 338.83.38 |
|--|---|

INFORMATION ON TIME LIMITS FOR ENTERING THE NATIONAL PHASE

The applicant is reminded that the "national phase" must be entered before each of the designated Offices indicated in the Notification of Receipt of Record Copy (Form PCT/IB/301) by paying national fees and furnishing translations, as prescribed by the applicable national laws.

The time limit for performing these procedural acts is **20 MONTHS** from the priority date or, for those designated States which the applicant elects in a demand for international preliminary examination or in a later election, **30 MONTHS** from the priority date, provided that the election is made before the expiration of 19 months from the priority date. Some designated (or elected) Offices have fixed time limits which expire even later than 20 or 30 months from the priority date. In other Offices an extension of time or grace period, in some cases upon payment of an additional fee, is available.

In addition to these procedural acts, the applicant may also have to comply with other special requirements applicable in certain Offices. **It is the applicant's responsibility** to ensure that the necessary steps to enter the national phase are taken in a timely fashion. Most designated Offices do not issue reminders to applicants in connection with the entry into the national phase.

For detailed information about the procedural acts to be performed to enter the national phase before each designated Office, the applicable time limits and possible extensions of time or grace periods, and any other requirements, see the relevant Chapters of Volume II of the PCT Applicant's Guide. Information about the requirements for filing a demand for international preliminary examination is set out in Chapter IX of Volume I of the PCT Applicant's Guide.

GR and ES became bound by PCT Chapter II on 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, and may, therefore, be elected in a demand or a later election filed on or after 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, regardless of the filing date of the international application. (See second paragraph above.)

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

CONFIRMATION OF PRECAUTIONARY DESIGNATIONS

This notification lists only specific designations made under Rule 4.9(a) in the request. It is important to check that these designations are correct. Errors in designations can be corrected where precautionary designations have been made under Rule 4.9(b). The applicant is hereby reminded that any precautionary designations may be confirmed according to Rule 4.9(c) before the expiration of 15 months from the priority date. If it is not confirmed, it will automatically be regarded as withdrawn by the applicant. There will be no reminder and no invitation. Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying the designated State concerned (with an indication of the kind of protection or treatment desired) and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.

REQUIREMENTS REGARDING PRIORITY DOCUMENTS

For applicants who have not yet complied with the requirements regarding priority documents, the following is recalled.

Where the priority of an earlier national, regional or international application is claimed, the applicant must submit a copy of the said earlier application, certified by the authority with which it was filed ("the priority document") to the receiving Office (which will transmit it to the International Bureau) or directly to the International Bureau, before the expiration of 16 months from the priority date, provided that any such priority document may still be submitted to the International Bureau before that date of international publication of the international application, in which case that document will be considered to have been received by the International Bureau on the last day of the 16-month time limit (Rule 17.1(a)).

Where the priority document is issued by the receiving Office, the applicant may, instead of submitting the priority document, request the receiving Office to prepare and transmit the priority document to the International Bureau. Such request must be made before the expiration of the 16-month time limit and may be subjected by the receiving Office to the payment of a fee (Rule 17.1(b)).

If the priority document concerned is not submitted to the International Bureau or if the request to the receiving Office to prepare and transmit the priority document has not been made (and the corresponding fee, if any, paid) within the applicable time limit indicated under the preceding paragraphs, any designated State may disregard the priority claim, provided that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

Where several priorities are claimed, the priority date to be considered for the purposes of computing the 16-month time limit is the filing date of the earliest application whose priority is claimed.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

| | | |
|---|---|---|
| Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts FH000102PCT | WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5 | |
| Internationales Aktenzeichen PCT/EP 00/ 00312 | Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 17/01/2000 | (Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 23/02/1999 |
| Anmelder FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG .et al | | |

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.



Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der Sprache ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprach durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.



Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbaren Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das



in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.



zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.



Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 3



wie vom Anmelder vorgeschlagen



keine der Abb.



weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.



weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

7/14114
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

| | | |
|--|--|---|
| Applicant's or agent's file reference FH000102PCT | FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416) | |
| International application No. PCT/EP00/00312 | International filing date (day/month/year) 17 January 2000 (17.01.00) | Priority date (day/month/year) 23 February 1999 (23.02.99) |
| International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H03M 7/40, H04B 1/66 | | |
| Applicant FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. | | |

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 12 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

| | |
|---|---|
| Date of submission of the demand 10 August 2000 (10.08.00) | Date of completion of this report 14 May 2001 (14.05.2001) |
| Name and mailing address of the IPEA/EP | Authorized officer |
| Facsimile No. | Telephone No. |

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP00/00312

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

- ☒ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-6,8-23, as originally filed,
 pages _____, filed with the demand,
 pages 7,7a-7b, filed with the letter of 02 February 2001 (02.02.2001),
 pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. _____, as originally filed,
 Nos. _____, as amended under Article 19,
 Nos. _____, filed with the demand,
 Nos. 1-21, filed with the letter of 02 February 2001 (02.02.2001),
 Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/6-6/6, as originally filed,
 sheets/fig _____, filed with the demand,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/EP 00/00312

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

| | | | |
|-------------------------------|--------|------|-----|
| Novelty (N) | Claims | 1-21 | YES |
| | Claims | | NO |
| Inventive step (IS) | Claims | 1-21 | YES |
| | Claims | | NO |
| Industrial applicability (IA) | Claims | 1-21 | YES |
| | Claims | | NO |

2. Citations and explanations

1. The following document, cited in the international search report, is mentioned in this report; the numbering is retained throughout the report:

D1 = US 5 579 430

2. Novelty (PCT Art. 33(2))

Document D1 is considered to be the closest prior art. Claim 1 of the present application is novel because the steps (b1-b3) described in lines 17-38 of Claim 1 are not known from document D1.

The remaining independent claims contain either the inverse steps to Claim 1 (Claim 15) or the technical device features (Claims 20 and 21) corresponding to the steps in Claims 1 and 15, and are therefore also novel.

3. Inventive Step (PCT Art. 33(3))

D1 describes a method for digital coding wherein the code words to be written in a bit stream are arranged in the bit stream in such a way that some of the code words are first arranged in a grid and the remaining code words are distributed in the spaces within the bit stream. Thus there is no error spread in this section of the code words.

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 H03M7/40 H04B1/66

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 H03M H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| Y | EP 0 453 229 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 23. Oktober 1991 (1991-10-23) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 31 -Spalte 2, Zeile 19 Spalte 4, Zeile 24 -Spalte 6, Zeile 51 Spalte 14, Zeile 49 -Spalte 15, Zeile 7 Abbildungen 1,2,10 | 1-21 |
| Y | US 5 579 430 A (GRILL BERNHARD ET AL) 26. November 1996 (1996-11-26) Zusammenfassung Spalte 8, Zeile 18 -Spalte 9, Zeile 21 Abbildungen 2,3 | 1-21 |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Mai 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25/05/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Barel-Faucheux, C

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| A | US 5 392 037 A (KATO SHIRO) 21. Februar 1995 (1995-02-21) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 44 -Spalte 3, Zeile 2 Spalte 31, Zeile 36 -Spalte 33, Zeile 12 Abbildungen 7,8 --- | 1-21 |
| A | EP 0 732 855 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 18. September 1996 (1996-09-18) Zusammenfassung Spalte 17, Zeile 29 - Zeile 48 Spalte 19, Zeile 8 -Spalte 20, Zeile 3 Spalte 20, Zeile 50 -Spalte 21, Zeile 28 Spalte 22, Zeile 16 -Spalte 23, Zeile 13 Abbildungen 2,6,7,9,19 --- | 1-21 |
| A | EP 0 612 156 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 24. August 1994 (1994-08-24) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument --- | 1-21 |
| P,A | DE 197 47 119 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 29. April 1999 (1999-04-29) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument --- | 1-21 |
| A | TAKISHIMA T ET AL: "REVERSIBLE VARIABLE LENGTH CODES" IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS,US,IEEE INC. NEW YORK, Bd. 43, Nr. 2/04, PART 01, 1. Februar 1995 (1995-02-01), Seiten 158-162, XP000506544 ISSN: 0090-6778 Seite 158 Abbildung 1 --- | 1-21 |
| P,A | "Resynchronizing Variable-Length Codes for Robust Image Transmission" Authors : Sheila S. HEMAMI, Tader CHANG, Richard LAU IEEE 1999 ISSN : 1068-0314 XP002137338 Seite 529 --- | 1-21 |
| P,A | "Reversible Variable Length Codes (RVLC) for robust coding of 3D topological mesh data" Authors : Zhidong YAN, Sunil KUMAR, Jiankun LI and C.C. Jay KUO IEEE 1999 ISSN : 1068-0314 XP002137339 Seite 560 ----- | 1-21 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PC 00/00312

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|---|--|
| EP 0453229 A | 23-10-1991 | JP 4249492 A DE 69126565 D DE 69126565 T US 5148271 A JP 2998254 B JP 4219033 A | 04-09-1992 24-07-1997 02-01-1998 15-09-1992 11-01-2000 10-08-1992 |
| US 5579430 A | 26-11-1996 | DE 3912605 A KR 136572 B NO 913931 A AT 140571 T AT 144090 T WO 9013182 A DE 59010419 D DE 59010538 D DK 393526 T EP 0393526 A EP 0612156 A EP 0717503 A ES 2088918 T GR 3021283 T JP 2739377 B JP 4504936 T | 25-10-1990 15-05-1998 07-10-1991 15-08-1996 15-10-1996 01-11-1990 22-08-1996 14-11-1996 18-11-1996 24-10-1990 24-08-1994 19-06-1996 01-10-1996 31-01-1997 15-04-1998 27-08-1992 |
| US 5392037 A | 21-02-1995 | JP 2765268 B JP 4343576 A JP 2776075 B JP 5048577 A JP 2924416 B JP 5235778 A | 11-06-1998 30-11-1992 16-07-1998 26-02-1993 26-07-1999 10-09-1993 |
| EP 0732855 A | 18-09-1996 | JP 8340258 A JP 9182073 A US 5852469 A | 24-12-1996 11-07-1997 22-12-1998 |
| EP 0612156 A | 24-08-1994 | DE 3912605 A AT 140571 T AT 144090 T WO 9013182 A DE 59010419 D DE 59010538 D DK 393526 T EP 0393526 A EP 0717503 A ES 2088918 T GR 3021283 T JP 2739377 B JP 4504936 T KR 136572 B NO 913931 A US 5579430 A | 25-10-1990 15-08-1996 15-10-1996 01-11-1990 22-08-1996 14-11-1996 18-11-1996 24-10-1990 19-06-1996 01-10-1996 31-01-1997 15-04-1998 27-08-1992 15-05-1998 07-10-1991 26-11-1996 |
| DE 19747119 A | 29-04-1999 | DE 19840853 A EP 0911981 A | 09-03-2000 28-04-1999 |

According to the invention, in order to achieve further isolation of the code words such that an even more improved reduction in error spread is achieved than was disclosed in D1, a different segment is assigned to each code word in a second code word set on the basis of a predetermined allocation rule.

However, D1 gives no indication as to how the remaining code words (even if they were regarded as a second set, as defined in Claim 1) are distributed in the spaces within the bit stream. Furthermore, there is no indication in the cited prior art of the method of allocating the code words of a second set, as described in steps (b1) to (b3) of Claim 1. For this reason, the subject matter of the independent claims involves an inventive step.

4. By definition, the dependent claims meet the requirements of PCT Article 33(3).

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/EP 00/00312

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

The independent device claims have not been drafted in the two-part form with respect to D1 (PCT Rule 6.3(b)).

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESEN

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

PCT Rec'd 22 AUG 2001

IPER

PCT

An:

SCHOPPE, Fritz
SCHOPPE, ZIMMERMANN & STÖCKELER
Postfach 71 08 67
81458 München
ALLEMAGNE

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNGSBERICHTS
(Regel 71.1 PCT)

Absendedatum
(Tag/Monat/Jahr) 14.05.2001

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts
FH000102PCT

WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP00/00312

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)
17/01/2000

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)
23/02/1999

Anmelder

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG et al.

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde

 Europäisches Patentamt
D-80298 München
Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d
Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter

Camps i Amigo, M.E.

Tel. +49 89 2399-2237



VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

| | | |
|---|--|---|
| Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts FH000102PCT | WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416) | |
| Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/00312 | Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 17/01/2000 | Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 23/02/1999 |
| Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H03M7/40 | | |
| Anmelder FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG et al. | | |



1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 12 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

| | |
|--|---|
| Datum der Einreichung des Antrags 10/08/2000 | Datum der Fertigstellung dieses Berichts 14.05.2001 |
| Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465 | Bevollmächtigter Bediensteter Henderson, R Tel. Nr. +49 89 2399 8158  |

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):
Beschreibung, Seiten:

1-6,8-23 ursprüngliche Fassung

7,7a-7b eingegangen am 02/02/2001 mit Schreiben vom 02/02/2001

Patentansprüche, Nr.:

1-21 eingegangen am 02/02/2001 mit Schreiben vom 02/02/2001

Zeichnungen, Blätter:

1/6-6/6 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☐ Ansprüche, Nr.:
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

| | | |
|--------------------------------|-----------------|------|
| Neuheit (N) | Ja: Ansprüche | 1-21 |
| | Nein: Ansprüche | |
| Erfinderische Tätigkeit (ET) | Ja: Ansprüche | 1-21 |
| | Nein: Ansprüche | |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (GA) | Ja: Ansprüche | 1-21 |
| | Nein: Ansprüche | |

2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt

VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:
siehe Beiblatt

Zu Punkt V

1. In diesem Bescheid wird das folgende, im Recherchenbericht zitierte Dokument genannt; die Numerierung wird auch im weiteren Verfahren beibehalten:

D1 = US 5 579 430

2. Neuheit (Art. 33(2) PCT)

Das Dokument D1 wird als nächstliegender Stand der Technik angesehen. Der Anspruch 1 der vorliegenden Anmeldung ist neu, weil die in den Zeilen 17-38 des Anspruchs 1 genannten Schritte (b1-b3) aus Dokument D1 nicht bekannt sind.

Die übrigen unabhängigen Ansprüche enthalten entweder die inversen Schritte des Anspruchs 1 (Anspruch 15) oder die zu den Schritten der Ansprüche 1 und 15 entsprechenden technischen Vorrichtungsmerkmale (Ansprüche 20 und 21), und sind daher auch neu.

3. Erfinderische Tätigkeit (Art. 33(3) PCT)

D1 beschreibt ein Verfahren zum digitalen Codieren, bei dem die in einem Bitstrom zu schreibenden Codewörter derart in dem Bitstrom angeordnet werden, daß ein Teil der Codewörter zunächst in einem Raster angeordnet wird und die restlichen Codewörter in den Zwischenräumen des Bitstroms verteilt werden. Damit tritt in diesem Abschnitt der Codewörter keine Fehlerausbreitung auf.

Um eine weitere Entkopplung der Codewörter zu erreichen, so daß eine noch weiter verbesserte Fehlerausbreitung erzielt wird als in D1 offenbart, wird erfindungsgemäß jedem Codewort eines zweiten Codewortsatzes aufgrund einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift ein unterschiedliches Segment zugeordnet.

D1 gibt jedoch keinen Hinweis darauf, wie die restlichen Codewörter (auch wenn sie als zweiter Satz angesehen würden, wie im Anspruch 1 definiert) in den Zwischenräumen des Bitstroms verteilt werden. Ferner gibt es im angegebenen Stand der Technik keinen Hinweis auf die in den Schritten (b1) bis (b3) von

Anspruch 1 beschriebene Art und Weise zum Zuordnen von Codewörten eines zweiten Satzes. Aus diesem Grund beruht der Gegenstand der unabhängigen Ansprüche auf einer erfinderischen Tätigkeit.

4. Die abhängigen Ansprüche erfüllen die Erfordnisse des Artikels 33(3) PCT definitionsgemäß.

Zu Punkt VII

1. Die unabhängigen Anordnungsansprüche sind nicht in der zweiteiligen Form gegenüber D1 abgefaßt, Regel 6.3(b) PCT.

- 7 -

Fehlerfortpflanzung geschützt sind, da ihre Anfangspunkte mit Rasterpunkten zusammenfallen und damit bekannt sind.

Ist nun beispielsweise das Prioritätscodewort 2 bei der Übertragung beschädigt worden, so wird bei dem in Fig. 6 gezeigten Stand der Technik ein Decodierer sehr wahrscheinlich keines der restlichen Codeworte 3 bis 10 mehr korrekt decodieren können. Bei dem in Fig. 5 gezeigten Verfahren fängt jedoch das nächste Codewort, d. h. das Prioritätscodewort 3, an dem Rasterpunkt 102 an, derart, daß der Decodierer auf jeden Fall den korrekten Anfang des Codeworts 3 finden wird. Somit wird bei dem in Fig. 5 gezeigten Verfahren überhaupt kein Folgefehler auftreten, und es wird nur das Prioritätscodewort Nr. 2 beschädigt sein. Dieses Verfahren liefert somit einen effektiven Schutz für Prioritätscodeworte, die an Rasterpunkten angeordnet sind.

Es besteht jedoch kein effektiver Schutz für Nicht-Prioritätscodeworte. Bezugnehmend auf Fig. 5 wird eine Beschädigung des Nicht-Prioritätscodeworts Nr. 6, derart, daß der Decodierer als falsches Codewort Nr. 6 ein um ein Bit kürzeres Codewort annimmt, dazu führen, daß auch das Codewort 7 nicht mehr korrekt decodiert werden kann, da das letzte Bit des korrekten Codeworts Nr. 6 bereits als Anfang des nächsten Codeworts Nr. 7 interpretiert wird. Somit wird ein Fehler im Codewort Nr. 6 dazu führen, daß sehr wahrscheinlich sämtliche daran anschließende Codeworte aufgrund eines Folgefehlers nicht mehr korrekt decodiert werden können, selbst wenn sie nicht durch einen Übertragungsfehler beeinträchtigt worden sind.

~~Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Konzept zum Schreiben und Lesen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge zu finden, daß einen besonderen Schutz gegen Folgefehler aufgrund einer nicht idealen Übertragung des Datenstroms liefert.~~

~~Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Erzeugen eines~~

→ Seite 7a

✓
- 7a -

Das U.S.-Patent Nr. 5,579,430 offenbart ein Verfahren zum digitalen Codieren, bei dem die in einen Bitstrom zu schreibenden Codewörter derart in dem Bitstrom angeordnet werden, daß ein Teil der Codewörter zunächst in einem Raster angeordnet wird. Damit tritt in diesem Abschnitt der Codewörter keine Fehlerausbreitung auf. Die restlichen Codewörter werden in den noch verbleibenden Zwischenräumen verteilt.

→ Seite 7b

- 7b -

~~Fehlerfortpflanzung geschützt sind, da ihre Anfangspunkte mit Rasterpunkten zusammenfallen und damit bekannt sind.~~

Ist nun beispielsweise das Prioritätscodewort 2 bei der Übertragung beschädigt worden, so wird bei dem in Fig. 6 gezeigten Stand der Technik ein Decodierer sehr wahrscheinlich keines der restlichen Codeworte 3 bis 10 mehr korrekt decodieren können. Bei dem in Fig. 5 gezeigten Verfahren fängt jedoch das nächste Codewort, d. h. das Prioritätscodewort 3, an dem Rasterpunkt 102 an, derart, daß der Decodierer auf jeden Fall den korrekten Anfang des Codeworts 3 finden wird. Somit wird bei dem in Fig. 5 gezeigten Verfahren überhaupt kein Folgefehler auftreten, und es wird nur das Prioritätscodewort Nr. 2 beschädigt sein. Dieses Verfahren liefert somit einen effektiven Schutz für Prioritätscodeworte, die an Rasterpunkten angeordnet sind.

Es besteht jedoch kein effektiver Schutz für Nicht-Prioritätscodeworte. Bezugnehmend auf Fig. 5 wird eine Beschädigung des Nicht-Prioritätscodeworts Nr. 6, derart, daß der Decodierer als falsches Codewort Nr. 6 ein um ein Bit kürzeres Codewort annimmt, dazu führen, daß auch das Codewort 7 nicht mehr korrekt decodiert werden kann, da das letzte Bit des korrekten Codeworts Nr. 6 bereits als Anfang des nächsten Codeworts Nr. 7 interpretiert wird. Somit wird ein Fehler im Codewort Nr. 6 dazu führen, daß sehr wahrscheinlich sämtliche daran anschließende Codeworte aufgrund eines Folgefehlers nicht mehr korrekt decodiert werden können, selbst wenn sie nicht durch einen Übertragungsfehler beeinträchtigt werden sind.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Konzept zum Schreiben und Lesen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge zu finden, daß einen besonderen Schutz gegen Folgefehler aufgrund einer nicht idealen Übertragung des Datenstroms liefert.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Erzeugen eines

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge, die in einer Mehrzahl von Sätzen von Codeworten unterteilt sind, wobei für den Datenstrom ein Raster mit Rasterpunkten vorliegt, wobei zwei benachbarte Rasterpunkte (41, 42) ein Segment (40) definieren, wobei das Raster eine Mehrzahl von Segmenten aufweist, mit folgenden Schritten:
 - a1) Schreiben (16) der Codeworte (1-6) des ersten Satzes, derart, daß Anfänge der Codeworte an Rasterpunkten unterschiedlicher Segmente liegen;
 - a2) falls ein Codewort länger als ein Segment ist, Schreiben des Rests des Codeworts in einen Bereich des Rasters, der nach dem Schritt a1) nicht beschrieben ist, entsprechend einer ersten vorbestimmten Vorschrift, bis alle Codeworte des ersten Satzes in das Raster geschrieben sind;
 - b1) Schreiben (18) jedes Codeworts (7-12) des zweiten Satzes in ein jedem einzelnen Codewort nach einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift zugeordnetes Segment, falls das jeweilige Codewort in das Segment paßt, wobei jedem Codewort des zweiten Satzes aufgrund der vorbestimmten Zuordnungsvorschrift ein unterschiedliches Segment zugeordnet ist;
 - b2) falls nur ein Teil (7a) des jeweiligen Codeworts (7) in das zugeordnete Segment paßt, Schreiben des Teils (7a) des jeweiligen Codeworts (7) des zweiten Satzes in das zugeordnete Segment (1) und Speichern des Rests (7b) des Codeworts (7) oder, falls das zugeordnete Segment voll ist, Speichern des ganzen Codeworts (13), dem das volle Segment zugeordnet ist;
 - b3) Schreiben des gespeicherten Rests (7b) oder des ge-

- 2 -

speicherten ganzen Codeworts (13), die in dem Schritten b1), b2) nicht in die jeweiligen Segmente paßten, in einen Bereich des Rasters, der nach den Schritten b1) und b2) nicht beschrieben ist, nach einer zweiten vorbestimmten Vorschrift, bis alle Codeworte des zweiten Satzes in das Raster geschrieben sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Codeworte des ersten Satzes in einer Reihenfolge vorliegen, wobei dieselben entsprechend ihrer Reihenfolge in benachbarte Segmente geschrieben werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die erste vorbestimmte Vorschrift im Schritt a2) folgendermaßen lautet:
 - i) Schreiben zumindest eines Teils des Rests eines Codeworts des ersten Satzes in das Segment, das dem Segment folgt, in dem der Anfangsabschnitt des Codewortes ist, falls in dem Segment Platz für zumindest einen Teil des Rests ist; und
 - ii) Durchführen des Schritts (i) für Reste aller weiteren Codeworte des ersten Satzes, falls solche vorhanden sind,
 - iii) Durchführen der Schritte (i), (ii), wobei immer für jeden Rest um ein Segment weitergegangen wird, bis sämtliche Codeworte des ersten Satzes in den Datenstrom geschrieben sind (31).
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Codeworte des zweiten Satzes in einer Reihenfolge vorliegen und die vorbestimmte Zuordnungsvorschrift das erste Codewort des zweiten Satzes dem Segment zuordnet, in dem der Anfang des ersten Codeworts des ersten Satzes ist, das zweite Codewort des zweiten

Satzes dem Segment zuordnet, in dem der Anfang des zweiten Codeworts des ersten Satzes ist, und, falls vorhanden, jedem weiteren Codewort des ersten Satzes das Segment zuordnet, in dem der Anfang des entsprechenden Codeworts des ersten Satzes ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die zweite vorbestimmte Vorschrift gleich der ersten vorbestimmten Vorschrift ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem nach der ersten oder zweiten vorbestimmten Vorschrift ein Codewort des entsprechenden Satzes, das nicht ganz in das zugeordnete Segment paßt, in drei oder mehr Teile zerfällt, wenn in den dem zugeordneten Segment folgenden Segmenten nur soviel Platz ist, daß wieder ein Rest verbleibt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Rasterpunkte äquidistant angeordnet sind, wodurch sich gleich lange Segmente bis auf das letzte Segment ergeben, wobei die gleich langen Segmente länger oder gleich lang wie das längste Codewort des ersten Satzes sind, derart, daß jedes Codewort des ersten Satzes in das entsprechende Segment paßt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Codeworte des ersten Satzes ausgehend von den jeweils ersten Rasterpunkten der Segmente in einer ersten Schreibrichtung geschrieben werden, und bei dem die Codeworte des zweiten Satzes ausgehend von den jeweils zweiten Rasterpunkten der Segmente in einer der ersten Schreibrichtung entgegengesetzten zweiten Schreibrichtung geschrieben werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem ein dritter Satz von Codeworten vorhanden ist, wobei die dritten Codeworte wieder in der ersten Schreibrichtung in das Raster ge-

schrieben werden, nachdem alle Codeworte des zweiten Satzes in das Raster geschrieben sind.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Codeworte Huffman-Codeworte sind.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Codeworte Informationssymbole darstellen und Codeworte des ersten Satzes bedeutsamere Informationssymbole darstellen als Codeworte des zweiten Satzes oder weiterer Sätze.
12. Verfahren nach Anspruch 11 bei dem die Informationssymbole Spektralwerte eines Audiosignals sind und Codeworte des ersten Satzes psychoakustisch bedeutsame Spektralwerte darstellen, die vor einer Fehlerfortpflanzung aufgrund eines Übertragungsfehlers in dem Datenstrom zu schützen sind.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Länge des erzeugten Datenstroms gleich der Summe der Länge der Codeworte variabler Länge ist.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mehr als zwei Sätze von Codeworten vorhanden sind, das ferner folgenden Schritt aufweist:

Durchführen der Schritte b1), b2) und b3) für die Codeworte der weiteren Sätze von Codeworten, wobei die zweite vorbestimmte Vorschrift gleich der zweiten vorbestimmten Vorschrift des Schritts b2) entspricht, und wobei die vorbestimmte Zuordnungsvorschrift der vorbestimmten Zuordnungsvorschrift des Schritts b1) entspricht.

15. Verfahren zum Lesen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge, wobei der Datenstrom Codeworte einer Mehrzahl von Sätzen von Codeworten aufweist, wobei für

- 5 -

den Datenstrom (38) ein Raster festgelegt ist, das Rasterpunkte (41, 42) aufweist, wobei zwei benachbarte Rasterpunkte (41, 42) ein Segment (40) definieren, wobei der Datenstrom zumindest zwei Segmente aufweist, mit folgenden Schritten:

- a) Extrahieren der Codeworte des ersten Satzes aus dem Datenstrom (38) durch folgende Teilschritte:
 - a1) für jedes Segment, Springen zu einem Rasterpunkt und Lesen eines dort beginnenden Codewortes;
 - a2) falls das an einem Rasterpunkt beginnende Codewort am Ende des Segments nicht zu Ende ist, Speichern des gelesenen Abschnitts des Codeworts;
 - a3) Ermitteln des Rests des Codeworts auf der Basis einer ersten vorbestimmten Vorschrift, die bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde;
- b) Extrahieren der Codeworte des zweiten Satzes von Codeworten aus dem nach dem Schritt a) verbleibenden Datenstrom (50) durch folgende Teilschritte:
 - b1) für jedes verbleibende Segment, Springen an einen Rasterpunkt des Segments auf der Basis einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift, die bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde, und Lesen des dort beginnenden Codeworts, um die Codeworte des zweiten Satzes zu erhalten,
 - b2) falls ein Codewort des zweiten Satzes an dem Ende eines entsprechenden Segments nicht zu Ende ist, Speichern des gelesenen Abschnitts des Codeworts des zweiten Satzes;
 - b3) Ermitteln des Rests des Codeworts bzw. des an einem Rasterpunkt nicht vorhandenen Codeworts auf der

- 6 -

Basis einer zweiten vorbestimmten Vorschrift, die bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde.

16. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem der Datenstrom mehr als zwei Sätze von Codeworten aufweist, das ferner folgenden Schritt aufweist:

Extrahieren der Codeworte des dritten Satzes durch Wiederholen der Schritte b1), b2) und b3), wobei die zweite vorbestimmte Vorschrift gleich der zweiten vorbestimmten Vorschrift des Schritt b3) ist, und wobei die Zuordnungsvorschrift gleich der Zuordnungsvorschrift des Schritts b1) ist.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, bei dem die Zuordnungsvorschrift, die beim Erzeugen des Datenstroms verwendet wurde, ein erstes Codewort des zweiten Satzes einem Segment zuordnet, in dem das erste Codewort des ersten Satzes beginnt, wobei in dem Schritt b1) an den ersten Rasterpunkt (41) gesprungen wird, um das erste Codewort des zweiten Satzes zu erhalten, an den zweiten Rasterpunkt (42) gesprungen wird, um das zweite Codewort des zweiten Satzes zu erhalten, usw., wobei, wenn an dem ersten Rasterpunkt (41) kein oder nur ein Teil eines Codeworts des zweiten Satzes beginnt, zunächst von allen Rasterpunkten aus gelesen wird, bevor ein fehlendes Codeworts bzw. ein fehlender Teil eines Codeworts auf der Basis der zweiten vorbestimmten Vorschrift ermittelt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, bei dem die erste vorbestimmte Vorschrift im Schritt a3) folgendermaßen lautet:

für jeden gespeicherten Abschnitt eines gelesenen Codeworts, Springen zu dem nächsten Rasterpunkt in dem nach dem Schritt a1) verbleibenden Datenstrom, um den Rest des Codeworts zu ermitteln,

falls ein Codewort bis zum Ende gelesen werden kann, Verbinden des zu Ende gelesenen Codeworts mit dem gespeicherten Abschnitt, um das Codewort des ersten Satzes vollständig zu erhalten, sonst, Speichern eines eventuell gelesenen Abschnitts und Wiederholen des Schritts des Springens zu dem nächsten Rasterpunkt, bis alle Codeworte des ersten Satzes vorliegen.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem so viele Codeworte in dem ersten Satz von Codeworten sind, wie der Datenstrom Segmente aufweist, und bei dem die Anzahl der Codeworte in dem bzw. den anderen Sätzen gleich oder kleiner als die Anzahl der Codeworte in dem ersten Satz ist, derart, daß sämtliche Codeworte des ersten Satzes an Rasterpunkte geschrieben werden.
20. Vorrichtung (10) zum Erzeugen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge, die in einer Mehrzahl von Sätzen von Codeworten unterteilt sind, wobei für den Datenstrom ein Raster mit Rasterpunkten vorliegt, wobei zwei benachbarte Rasterpunkte (41, 42) ein Segment (40) definieren, wobei das Raster eine Mehrzahl von Segmenten aufweist, mit folgenden Merkmalen:
 - a) einer Einrichtung (16) zum Schreiben der Codeworte (1-6) des ersten Satzes, derart, daß Anfänge der Codeworte an Rasterpunkten unterschiedlicher Segmente liegen, wobei die Einrichtung (16) angeordnet ist, um

falls ein Codewort länger als ein Segment ist, den Rest des Codeworts in einen Bereich des Rasters, der nach dem Schritt a) nicht beschrieben ist, entsprechend einer ersten vorbestimmten Vorschrift zu schreiben, bis alle Codeworte des ersten Satzes in das Raster geschrieben sind;

- b) einer Einrichtung (18) zum Schreiben jedes Codeworts des zweiten Satzes in ein jedem einzelnen Codewort nach einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift zugeordnetes Segment, falls das jeweilige Codewort in das Segment paßt, wobei jedem Codewort des zweiten Satzes aufgrund der vorbestimmten Zuordnungsvorschrift ein unterschiedliches Segment zugeordnet ist, wobei die Einrichtung (18) angeordnet ist, um

falls nur ein Teil des jeweiligen Codeworts in das zugeordnete Segment paßt, den Teil (7a) des jeweiligen Codeworts (7) des zweiten Satzes in das zugeordnete Segment (1) zu schreiben, und den Rest des Codeworts (7b) zu speichern, oder falls das zugeordnete Segment voll ist, das ganze Codewort (13), dem das volle Segment zugeordnet ist, zu speichern;

den gespeicherten Rest (7b) oder das gespeicherte ganze Codewort (13), die in dem Schritten b1), b2) nicht in die jeweiligen Segmente paßten, in einen Bereich des Rasters, der nach den Schritten b1) und b2) nicht beschrieben ist, nach einer zweiten vorbestimmten Vorschrift zu schreiben, bis alle Codeworte des zweiten Satzes in das Raster geschrieben sind.

21. Vorrichtung (22) zum Lesen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge, wobei der Datenstrom Codeworte einer Mehrzahl von Sätzen von Codeworten aufweist, wobei für den Datenstrom (38) ein Raster festgelegt ist, das Rasterpunkte (41, 42) aufweist, wobei zwei benachbarte Rasterpunkte (41, 42) ein Segment (40) definieren, wobei der Datenstrom zumindest zwei Segmente aufweist, mit folgenden Merkmalen:

- a) einer Einrichtung (28) zum Extrahieren der Codeworte des ersten Satzes aus dem Datenstrom (38), die angeordnet ist, um

- 9 -

für jedes Segment zu einem Rasterpunkt zu springen und ein dort beginnendes Codewort zu lesen;

falls das an einem Rasterpunkt beginnende Codewort am Ende des Segments nicht zu Ende ist, den gelesenen Abschnitt des Codeworts zu speichern;

den Rest des Codeworts auf der Basis einer ersten vorbestimmten Vorschrift, die bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde, zu ermitteln; und

- b) einer Einrichtung (30) zum Extrahieren der Codeworte des zweiten Satzes von Codeworten aus dem nach dem Schritt a) verbleibenden Datenstrom (50), die angeordnet ist, um

für jedes verbleibende Segment an einen Rasterpunkt des Segments auf der Basis einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift, die bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde, zu springen und das dort beginnende Codewort zu lesen, um die Codeworte des zweiten Satzes zu erhalten,

falls ein Codewort des zweiten Satzes an dem Ende eines entsprechenden Segments nicht zu Ende ist, den gelesenen Abschnitt des Codeworts des zweiten Satzes zu speichern;

den Rest des Codeworts bzw. des an einem Rasterpunkt nicht vorhanden Codeworts auf der Basis einer zweiten vorbestimmten Vorschrift, die bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde, zu ermitteln.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

*Search Report
& Ref's.*
PCT

Absender: INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

An
SCHOPPE, ZIMMERMANN & STÖCKELER
z.H. SCHOPPE, Fritz
Postfach 71 08 67
81458 München
GERMANY

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERMITTLUNG DES
INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHTS
ODER DER ERKLÄRUNG

EINGEGANGEN
29. MAI 2000

(Regel 44.1 PCT)

Absenddatum
(Tag/Monat/Jahr) **25/05/2000**

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts
FH000102PCT

WEITERES VORGEHEN siehe Punkte 1 und 4 unten

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 00/00312

Internationales Anmeldedatum
(Tag/Monat/Jahr) **17/01/2000**

Anmelder

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG .et al

1. ☒ Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß der internationale Recherchenbericht erstellt wurde und ihm hiermit übermittelt wird.

Einreichung von Änderungen und einer Erklärung nach Artikel 19:

Der Anmelder kann auf eigenen Wunsch die Ansprüche der internationalen Anmeldung ändern (siehe Regel 46):

Bis wann sind Änderungen einzureichen?

Die Frist zur Einreichung solcher Änderungen beträgt üblicherweise zwei Monate ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts; weitere Einzelheiten sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.

Wo sind Änderungen einzureichen?

Unmittelbar beim Internationalen Büro der WIPO, 34, CHEMIN des Colombettes, CH-1211 Genf 20,
Telefaxnr.: (41-22) 740.14.35

Nähere Hinweise sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.

2. ☐ Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß kein internationaler Recherchenbericht erstellt wird und daß ihm hiermit die Erklärung nach Artikel 17(2)a) übermittelt wird.
3. ☐ Hinsichtlich des Widerspruchs gegen die Entrichtung einer zusätzlichen Gebühr (zusätzlicher Gebühren) nach Regel 40.2 wird dem Anmelder mitgeteilt, daß
- ☐ der Widerspruch und die Entscheidung hierüber zusammen mit seinem Antrag auf Übermittlung des Wortlauts sowohl des Widerspruchs als auch der Entscheidung hierüber an die Bestimmungsbüro dem Internationalen Büro übermittelt worden sind.
- ☐ noch keine Entscheidung über den Widerspruch vorliegt; der Anmelder wird benachrichtigt, sobald eine Entscheidung getroffen wurde.

4. **Weiteres Vorgehen:** Der Anmelder wird auf folgendes aufmerksam gemacht:

Kurz nach Ablauf von **18 Monaten** seit dem Prioritätsdatum wird die internationale Anmeldung vom Internationalen Büro veröffentlicht. Will der Anmelder die Veröffentlichung verhindern oder auf einen späteren Zeitpunkt verschieben, so muß gemäß Regel 90 bis bzw. 90.3 vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung eine Erklärung über die Zurücknahme der internationalen Anmeldung oder des Prioritätsanspruchs beim Internationalen Büro eingehen.

Innerhalb von **19 Monaten** seit dem Prioritätsdatum ist ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung einzureichen, wenn der Anmelder den Eintritt in die nationale Phase bis zu 30 Monaten seit dem Prioritätsdatum (in manchen Ämtern sogar noch länger) verschieben möchte.

Innerhalb von **20 Monaten** seit dem Prioritätsdatum muß der Anmelder die für den Eintritt in die nationale Phase vorgeschriebenen Handlungen vor allen Bestimmungsbüro vornehmen, die nicht innerhalb von 19 Monaten seit dem Prioritätsdatum in der Anmeldung oder einer nachträglichen Auswahlerklärung ausgewählt wurden oder nicht ausgewählt werden konnten, da für sie Kapitel II des Vertrages nicht verbindlich ist.

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde



Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL-2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Jolanda Offerman-Hazeleger

ANMERKUNGEN ZU FORMBLATT PCT/ISA/220

Diese Anmerkungen sollen grundlegende Hinweise zur Einreichung von Änderungen gemäß Artikel 19 geben. Diesen Anmerkungen liegen die Erfordernisse des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (PCT), der Ausführungsordnung und der Verwaltungsrichtlinien zu diesem Vertrag zugrunde. Bei Abweichungen zwischen diesen Anmerkungen und obengenannten Texten sind letztere maßgebend. Nähere Einzelheiten sind dem PCT-Leitfaden für Anmelder, einer Veröffentlichung der WIPO, zu entnehmen. Die in diesen Anmerkungen verwendeten Begriffe "Artikel", "Regel" und "Abschnitt" beziehen sich jeweils auf die Bestimmungen des PCT-Vertrags, der PCT-Ausführungsordnung bzw. der PCT-Verwaltungsrichtlinien.

HINWEISE ZU ÄNDERUNGEN GEMÄSS ARTIKEL 19

Nach Erhalt des internationalen Recherchenberichts hat der Anmelder die Möglichkeit, einmal die Ansprüche der internationalen Anmeldung zu ändern. Es ist jedoch zu betonen, daß, da alle Teile der internationalen Anmeldung (Ansprüche, Beschreibung und Zeichnungen) während des internationalen vorläufigen Prüfungsverfahrens geändert werden können, normalerweise keine Notwendigkeit besteht, Änderungen der Ansprüche nach Artikel 19 einzureichen, außer wenn der Anmelder z.B. zum Zwecke eines vorläufigen Schutzes die Veröffentlichung dieser Ansprüche wünscht oder ein anderer Grund für eine Änderung der Ansprüche vor ihrer internationalen Veröffentlichung vorliegt. Weiterhin ist zu beachten, daß ein vorläufiger Schutz nur in einigen Staaten erhältlich ist.

Welche Teile der internationalen Anmeldung können geändert werden?

Im Rahmen von Artikel 19 können nur die Ansprüche geändert werden.

In der internationalen Phase können die Ansprüche auch nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert (oder nochmals geändert) werden. Die Beschreibung und die Zeichnungen können nur nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert werden.

Beim Eintritt in die nationale Phase können alle Teile der internationalen Anmeldung nach Artikel 28 oder gegebenenfalls Artikel 41 geändert werden.

Bis wann sind Änderungen einzureichen?

Innerhalb von zwei Monaten ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts oder innerhalb von sechzehn Monaten ab dem Prioritätsdatum, je nachdem, welche Frist später abläuft. Die Änderungen gelten jedoch als rechtzeitig eingereicht, wenn sie dem Internationalen Büro nach Ablauf der maßgebenden Frist, aber noch vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung (Regel 46.1) zugehen.

Wo sind die Änderungen nicht einzureichen?

Die Änderungen können nur beim Internationalen Büro, nicht aber beim Anmeldeamt oder der Internationalen Recherchenbehörde eingereicht werden (Regel 46.2).

Falls ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung eingereicht wurde/wird, siehe unten.

In welcher Form können Änderungen erfolgen?

Eine Änderung kann erfolgen durch Streichung eines oder mehrerer ganzer Ansprüche, durch Hinzufügung eines oder mehrerer neuer Ansprüche oder durch Änderung des Wortlauts eines oder mehrerer Ansprüche in der eingereichten Fassung.

Für jedes Anspruchsblatt, das sich aufgrund einer oder mehrerer Änderungen von dem ursprünglich eingereichten Blatt unterscheidet, ist ein Ersatzblatt einzureichen.

Alle Ansprüche, die auf einem Ersatzblatt erscheinen, sind mit arabischen Ziffern zu numerieren. Wird ein Anspruch gestrichen, so brauchen die anderen Ansprüche nicht neu nummeriert zu werden. Im Fall einer Neunummerierung sind die Ansprüche fortlaufend zu nummerieren (Verwaltungsrichtlinien, Abschnitt 205 b)).

Die Änderungen sind in der Sprache abzufassen, in der die internationale Anmeldung veröffentlicht wird.

Welche Unterlagen sind den Änderungen beizufügen?

Begleitschreiben (Abschnitt 205 b)):

Die Änderungen sind mit einem Begleitschreiben einzureichen.

Das Begleitschreiben wird nicht zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht. Es ist nicht zu verwechseln mit der "Erklärung nach Artikel 19(1)" (siehe unten, "Erklärung nach Artikel 19 (1)").

Das Begleitschreiben ist nach Wahl des Anmelders in englischer oder französischer Sprache abzufassen. Bei englischsprachigen internationalen Anmeldungen ist das Begleitschreiben aber ebenfalls in englischer, bei französischsprachigen internationalen Anmeldungen in französischer Sprache abzufassen.

ANMERKUNGEN ZU FORMBLATT PCT/ISA/220 (Fortsetzung)

Im Begleitschreiben sind die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen anzugeben. So ist insbesondere zu jedem Anspruch in der internationalen Anmeldung anzugeben (gleichlautende Angaben zu verschiedenen Ansprüchen können zusammengefaßt werden), ob

- i) der Anspruch unverändert ist;
- ii) der Anspruch gestrichen worden ist;
- iii) der Anspruch neu ist;
- iv) der Anspruch einen oder mehrere Ansprüche in der eingereichten Fassung ersetzt;
- v) der Anspruch auf die Teilung eines Anspruchs in der eingereichten Fassung zurückzuführen ist.

Im folgenden sind Beispiele angegeben, wie Änderungen im Begleitschreiben zu erläutern sind:

1. [Wenn anstelle von ursprünglich 48 Ansprüchen nach der Änderung einiger Ansprüche 51 Ansprüche existieren]:
"Die Ansprüche 1 bis 29, 31, 32, 34, 35, 37 bis 48 werden durch geänderte Ansprüche gleicher Numerierung ersetzt; Ansprüche 30, 33 und 36 unverändert; neue Ansprüche 49 bis 51 hinzugefügt."
2. [Wenn anstelle von ursprünglich 15 Ansprüchen nach der Änderung aller Ansprüche 11 Ansprüche existieren]:
"Geänderte Ansprüche 1 bis 11 treten an die Stelle der Ansprüche 1 bis 15."
3. [Wenn ursprünglich 14 Ansprüche existierten und die Änderungen darin bestehen, daß einige Ansprüche gestrichen werden und neue Ansprüche hinzugefügt werden]:
"Ansprüche 1 bis 6 und 14 unverändert; Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt. "Oder" Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt; alle übrigen Ansprüche unverändert."
4. [Wenn verschiedene Arten von Änderungen durchgeführt werden]:
"Ansprüche 1-10 unverändert; Ansprüche 11 bis 13, 18 und 19 gestrichen; Ansprüche 14, 15 und 16 durch geänderten Anspruch 14 ersetzt; Anspruch 17 in geänderte Ansprüche 15, 16 und 17 unterteilt; neue Ansprüche 20 und 21 hinzugefügt."

"Erklärung nach Artikel 19(1)" (Regel 46.4)

Den Änderungen kann eine Erklärung beigelegt werden, mit der die Änderungen erläutert und ihre Auswirkungen auf die Beschreibung und die Zeichnungen dargelegt werden (die nicht nach Artikel 19 (1) geändert werden können).

Die Erklärung wird zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht.

Sie ist in der Sprache abzufassen, in der die internationale Anmeldung veröffentlicht wird.

Sie muß kurz gehalten sein und darf, wenn in englischer Sprache abgefaßt oder ins Englische übersetzt, nicht mehr als 500 Wörter umfassen.

Die Erklärung ist nicht zu verwechseln mit dem Begleitschreiben, das auf die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen hinweist, und ersetzt letzteres nicht. Sie ist auf einem gesonderten Blatt einzureichen und in der Überschrift als solche zu kennzeichnen, vorzugsweise mit den Worten "Erklärung nach Artikel 19 (1)".

Die Erklärung darf keine herabsetzenden Äußerungen über den internationalen Recherchenbericht oder die Bedeutung von in dem Bericht angeführten Veröffentlichungen enthalten. Sie darf auf im internationalen Recherchenbericht angeführte Veröffentlichungen, die sich auf einen bestimmten Anspruch beziehen, nur im Zusammenhang mit einer Änderung dieses Anspruchs Bezug nehmen.

Auswirkungen eines bereits gestellten Antrags auf internationale vorläufige Prüfung

Ist zum Zeitpunkt der Einreichung von Änderungen nach Artikel 19 bereits ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung gestellt worden, so sollte der Anmelder in seinem Interesse gleichzeitig mit der Einreichung der Änderungen beim Internationalen Büro auch eine Kopie der Änderungen bei der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde einreichen (siehe Regel 62.2 a), erster Satz).

Auswirkungen von Änderungen hinsichtlich der Übersetzung der internationalen Anmeldung beim Eintritt in die nationale Phase

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, daß bei Eintritt in die nationale Phase möglicherweise anstatt oder zusätzlich zu der Übersetzung der Ansprüche in der eingereichten Fassung eine Übersetzung der nach Artikel 19 geänderten Ansprüche an die bestimmten/ausgewählten Ämter zu übermitteln ist.

Nähere Einzelheiten über die Erfordernisse jedes bestimmten/ausgewählten Amtes sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

PTO/PCT Rec'd 22 AUG 2001

1. Appl.

1/4

PCT-ANTRAG

Original (für EINREICHUNG) - gedruckt am 17.01.2000 10:46:49 AM

FH000102PCT

| | | |
|---|---|--|
| 0 0-1 | Vom Anmeldeamt auszufüllen Internationales Aktenzeichen. | |
| 0-2 | Internationales Anmeldedatum | |
| 0-3 | Name des Anmeldeamts und "PCT International Application" | |
| 0-4 0-4-1 | Formular - PCT/RO/101 PCT-Antrag erstellt durch Benutzung von | PCT-EASY Version 2.90 (aktualisiert 15.12.1999) |
| 0-5 | Antragsersuchen Der Unterzeichnete beantragt, daß die vorliegende internationale Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens behandelt wird | |
| 0-6 | (Vom Anmelder gewähltes) Anmeldeamt | Europäisches Patentamt (EPA) (RO/EP) |
| 0-7 | Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts | FH000102PCT |
| I | Bezeichnung der Erfindung | VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERZEUGEN EINES DATENSTROMS AUS CODEWORTEN VARIABLER LÄNGE UND VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM LESEN EINES DATENSTROMS AUS CODEWORTEN VARIABLER LÄNGE |
| II II-1 II-2 II-4 II-5 II-6 II-7 | Anmelder Diese Person ist Anmelder für Name Anschrift: Staatsangehörigkeit (Staat) Sitz/Wohnsitz (Staat) | nur Anmelder Alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V. Leonrodstraße 54 D-80636 München Deutschland DE DE |
| III-1 III-1-1 III-1-2 III-1-4 III-1-5 III-1-6 III-1-7 | Anmelder und/oder Erfinder Diese Person ist Anmelder für Name (FAMILIENNAME, Vorname) Anschrift: Staatsangehörigkeit (Staat) Sitz/Wohnsitz (Staat) | Anmelder und Erfinder Nur US SPERSCHNEIDER, Ralph Donato-Polli-Straße 42 D-91056 Erlangen Deutschland DE DE |

PCT-ANTRAG

Original (für EINREICHUNG) - gedruckt am 17.01.2000 10:46:49 AM

FH000102PCT

| | | |
|---------|--|--|
| III-2 | Anmelder und/oder Erfinder | |
| III-2-1 | Diese Person ist | Anmelder und Erfinder |
| III-2-2 | Anmelder für | Nur US |
| III-2-4 | Name (FAMILIENNAME, Vorname) | DIETZ, Martin |
| III-2-5 | Anschrift: | Kleinreuther Weg 47 D-90408 Nürnberg Deutschland |
| III-2-6 | Staatsangehörigkeit (Staat) | DE |
| III-2-7 | Sitz/Wohnsitz (Staat) | DE |
| III-3 | Anmelder und/oder Erfinder | |
| III-3-1 | Diese Person ist | Anmelder und Erfinder |
| III-3-2 | Anmelder für | Nur US |
| III-3-4 | Name (FAMILIENNAME, Vorname) | LAUBER, Pierre |
| III-3-5 | Anschrift: | Rilkestraße 30 D-90419 Nürnberg Deutschland |
| III-3-6 | Staatsangehörigkeit (Staat) | DE |
| III-3-7 | Sitz/Wohnsitz (Staat) | DE |
| III-4 | Anmelder und/oder Erfinder | |
| III-4-1 | Diese Person ist | Anmelder und Erfinder |
| III-4-2 | Anmelder für | Nur US |
| III-4-4 | Name (FAMILIENNAME, Vorname) | SCHUG, Michael |
| III-4-5 | Anschrift: | Taunusstraße 63 D-91056 Erlangen Deutschland |
| III-4-6 | Staatsangehörigkeit (Staat) | DE |
| III-4-7 | Sitz/Wohnsitz (Staat) | DE |
| IV-1 | Anwalt oder gemeinsamer Vertreter; oder besondere Zustellanschrift Die unten bezeichnete Person ist/wird hiermit bestellt, um den (die) Anmelder vor den internationalen Behörden zu vertreten, und zwar als: | Anwalt |
| IV-1-1 | Name (FAMILIENNAME, Vorname) | SCHOPPE, Fritz |
| IV-1-2 | Anschrift: | SCHOPPE, ZIMMERMANN & STÖCKELER POSTFACH 71 08 67 D-81458 München Deutschland |
| IV-1-3 | Telefonnr. | 089/7904450 |
| IV-1-4 | Telefaxnr. | 089/7902215 |
| IV-1-5 | e-mail | 101345.3117@CompuServe.com |
| IV-2 | Weitere(r) Anwälte/Anwalt | weitere(r) Anwalt/Anwälte mit derselben |
| IV-2-1 | Name(n) | Anschrift wie erstgenannter Anwalt STÖCKELER, Ferdinand; ZIMMERMANN, Tankred |

PCT-ANTRAG

FH000102PCT

Original (für EINREICHUNG) - gedruckt am 17.01.2000 10:46:49 AM

| | | | |
|----------------|---|---|--|
| V | Bestimmung v n Staaten | | |
| V-1 | Regionales Patent (andere Schutzrechtsarten oder Verfahren sind ggf. in Klammern nach der (den) betreffenden Bestimmung(en) angegeben) | EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE und jeder weitere Staat, der Mitgliedsstaat des Europäischen Patentübereinkommens und Vertragsstaat des PCT ist | |
| V-2 | Nationales Patent (andere Schutzrechtsarten oder Verfahren sind ggf. in Klammern nach der (den) betreffenden Bestimmung(en) angegeben) | AU CA CN JP KR US | |
| V-5 | Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen Zusätzlich zu den unter Punkten V-1, V-2 and V-3 vorgenommenen Bestimmungen nimmt der Anmelder nach Regel 4.9 Absatz b auch alle anderen nach dem PCT zulässigen Bestimmungen vor mit Ausnahme der nachstehend unter Punkt V-6 angegebenen Staaten. Der Anmelder erklärt, daß diese zusätzlichen Bestimmungen unter dem Vorbehalt einer Bestätigung stehen und jede zusätzliche Bestimmung, die vor Ablauf von 15 Monaten ab dem Prioritätsdatum nicht bestätigt wurde, nach Ablauf dieser Frist als vom Anmelder zurückgenommen gilt. | | |
| V-6 | Staaten, die von der Erklärung über vorsorgliche Bestimmungen ausgenommen werden | KEINE | |
| VI-1 | Priorität einer früheren nationalen Anmeldung beansprucht | | |
| VI-1-1 | Anmeldedatum | 23 Februar 1999 (23.02.1999) | |
| VI-1-2 | Aktenzeichen | 19907729.0 | |
| VI-1-3 | Staat | DE | |
| VII-1 | Gewählte Internationale Recherchenbehörde | Europäisches Patentamt (EPA) (ISA/EP) | |
| VIII | Kontrolliste | Anzahl der Blätter | Elektronische Datei(en) beigelegt |
| VIII-1 | Antrag | 4 | - |
| VIII-2 | Beschreibung | 23 | - |
| VIII-3 | Ansprüche | 9 | - |
| VIII-4 | Zusammenfassung | 1 | fh000102.txt |
| VIII-5 | Zeichnung(en) | 6 | - |
| VIII-7 | INSGESAMT | 43 | |
| VIII-8 | Beigelegte Unterlagen | Unterlage(n) in Papierform beigelegt | Elektronische Datei(en) beigelegt |
| | Blatt für die Gebührenberechnung | ✓ | - |
| VIII-10 | Kopie der allgemeinen Vollmacht | Aktenzeichen 17406 | - |
| VIII-16 | PCT-EASY-Diskette | - | Diskette |
| VIII-18 | Nr. der Abb. der Zeichn., die mit der Zusammenf. veröffentlicht werden soll | 3 | |
| VIII-19 | Sprache der Int. Anmeldung | Deutsch | |
| IX-1 | Unterschrift des Anmelders oder Anwalts | | |
| IX-1-1 | Name (FAMILIENNAME, Vorname) | SCHÖPPE, Fritz | |

VOM ANMELDEAMT AUSZUFÜLLEN

| | | |
|--------|---|--------|
| 10-1 | Datum des tatsächlichen Eingangs dieser Internationalen Anmeldung | |
| 10-2 | Zeichnung(en): | |
| 10-2-1 | Eingegangen | |
| 10-2-2 | Nicht eingegangen | |
| 10-3 | Geändertes Eingangsdatum aufgrund nachträglich, jedoch fristgerecht eingeg. Unterlage(n) oder Zeichnung(en) zur Vervollständigung dieser int. Anmeldung | |
| 10-4 | Datum des fristgerechten Eingangs der Berichtigung nach PCT Artikel 11(2) | |
| 10-5 | Internationale Recherchenbehörde | ISA/EP |
| 10-6 | Übermittlung des Recherchenexemplars bis zur Zahlung der Recherchegebühr aufgeschoben | |

VOM INTERNATIONALEN BÜRO AUSZUFÜLLEN

| | | |
|------|---|--|
| 11-1 | Datum des Eingangs des Aktenexemplars beim Internationalen Büro | |
|------|---|--|

**PCT (ANHANG - BLATT FÜR DIE
GEBÜHRENBERECHNUNG)**

FH000102PCT

Original (für EINREICHUNG) - gedruckt am 17.01.2000 10:46:49 AM


(Dieses Blatt zählt nicht als Blatt der internationalen Anmeldung und ist nicht Teil derselben)

| | | | | |
|---------|--|-----|--|---------------------|
| 0 | Vom Anmeldeamt auszufüllen | | | |
| 0-1 | Internationales Aktenzeichen. | | | |
| 0-2 | Eingangsstempel des Anmeldeamts | | | |
| 0-4 | Formular - PCT/RO/101 (Anlage) | | | |
| 0-4-1 | PCT Blatt für die Gebührenberechnung erstellt durch Benutzung von | | PCT-EASY Version 2.90 (aktualisiert 15.12.1999) | |
| 0-9 | Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts | | FH000102PCT | |
| 2 | Anmelder | | FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V., et al. | |
| 12 | Berechnung der vorgeschriebenen Gebühren | | Höhe der Gebühr/Multiplikator | Gesamtbeträge (EUR) |
| 12-1 | Übermittlungsgebühr | T | ⇒ | 102 |
| 12-2 | Recherchegebühr | S | ⇒ | 945 |
| 12-3 | Internationale Gebühr Grundgebühr (erste 30 Blätter) | b1 | 409 | |
| 12-4 | Anzahl der Blätter über 30 | | 13 | |
| 12-5 | Zusatzblattgebühr | (X) | 9 | |
| 12-6 | Gesamtbetrag der weiteren Gebühren | b2 | 117 | |
| 12-7 | b1 + b2 = | B | 526 | |
| 12-8 | Bestimmungsgebühren Anzahl der in der internationalen Anmeldung vorgenommenen Bestimmungen | | 7 | |
| 12-9 | Number of designation fees payable (maximum 8) | | 7 | |
| 12-10 | Bestimmungsgebühr | (X) | 88 | |
| 12-11 | Gesamtbetrag der Bestimmungsgebühren | D | 616 | |
| 12-12 | PCT-EASY-Gebührenermäßigu ng | R | -126 | |
| 12-13 | Gesamtbetrag der internationalen Gebühr (B+D-R) | I | ⇒ | 1.016 |
| 12-17 | Gesamtbetrag der zu zahlenden Gebühren (T+S+I+P) | | ⇒ | 2.063 |
| 12-19 | Zahlungsart | | Abbuchungsauftrag | |
| 12-20 | Anweisungen betreffend laufendes Konto Das Anmeldeamt: | | Europäisches Patentamt (EPA) (RO/EP) | |
| 12-20-1 | wird beauftragt, den vorstehend angegebenen Gesamtbetrag der Gebühren von meinem laufenden Konto abzubuchen | | ✓ | |
| 12-20-2 | wird beauftragt, Fehlbeträge oder Überzahlungen des vorstehend angegebenen Gesamtbetrags der Gebühren meinem laufenden Konto zu belasten bzw. gutzuschreiben | | ✓ | |

**PCT (ANHANG - BLATT FÜR DIE
GEBÜHRENBERECHNUNG)**

FH000102PCT

Original (für EINREICHUNG) - gedruckt am 17.01.2000 10:46:49 AM

| | | |
|-------|-----------------------------|---|
| 12-21 | Nummer des laufenden Kontos | 28000601 |
| 12-22 | Datum | 17 Januar 2000 (17.01.2000) |
| 12-23 | Name und Unterschrift | SCHOPPE, Fritz  |

PRÜFPROTOKOLL UND BEMERKUNGEN

| | | |
|--------|---------------------------|---|
| 13-2-1 | Prüfergebnisse Antrag | Grün? Die Bezeichnung der Erfindung muß kurz und genau gefaßt sein. Bitte überprüfen. |
| 13-2-2 | Prüfergebnisse Staaten | Grün? Es können mehr Bestimmungen vorgenommen werden. Die folgenden Staaten sind nicht bestimmt worden: AP: (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW); EA: (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM); OA: (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG); AE, AL, AM, AT, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CH, LI, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW. Bitte überprüfen. |
| 13-2-3 | Prüfergebnisse Namen | Grün? Anmelder 1.: Telefonnr. nicht angegeben |
| | | Grün? Anmelder 1.:Telefaxnr. nicht angegeben |
| 13-2-6 | Prüfergebnisse Inhalt | Grün? Priority 1: der Prioritätsbeleg ist nicht beigefügt (der Anmelder muß ihn beim Anmeldeamt oder beim Internationalen Büro vor Ablauf von 16 Monaten ab dem (frühesten) Prioritätsdatum einreichen) |
| 13-2-8 | Prüfergebnisse Zahlung | Grün? Bitte überprüfen Sie, daß bei dem gewählten Anmeldeamt ein gültiges laufendes Konto auf Ihren Namen besteht |

PTO/PCT Rec'd 22 AUG 2001

ART 34 AMDT

National Phase of PCT/EP00/00312 in U.S.A.

Title: Method and Apparatus for Producing a Data stream of
Code Words of Variable Lengths and Method and Apparatus for
Reading a Data stream of Code Words of Variable Lengths

Applicants: SPERSCHNEIDER; DIETZ; LAUBER; SCHUG

Translation of Amendments under Art. 34 PCT
as attached to the IPER

Translation of amended page 7

protected against error propagation, since their starting points coincide with raster points and are therefore known.

5

In case, for example, the priority code word 2 has been damaged in transmission, it is very likely in the prior art shown in Fig. 6 that a decoder will not be able to decode any of the remaining code words 3 to 10 correctly. In the method shown in Fig. 5, however, the next code word, i.e. priority code word 3, starts at the raster point 102 such that the decoder will, at any rate, find the correct start of code word 3. Therefore, in the method shown in Fig. 5, no sequence error whatsoever will occur, and only priority code word No. 2 will be damaged. Consequently, this method provides effective protection for priority code words which are located at raster points.

However, there is no effective protection for non-priority code words. Referring to Fig. 5, damaging the non-priority code word No. 6 such that the decoder assumes, as an incorrect code word No. 6, a code word which is one bit shorter, will result in the fact that it is also no longer possible to correctly decode code word No. 7, since the last bit of the correct code word No. 6 is interpreted as being the start of the next code word No. 7. Therefore, an error in code word No. 6 will lead to the fact that, at a very high probability, it will no longer be possible, due to a sequence error, to correctly decode any code words following it even in case they have not been affected by a transmission error.

Translation of amended page 7a

US Patent No. 5,579,430 discloses a method for digital
encoding in which the code words to be written into a bit
5 stream are arranged in the bit stream such that a part of
the code words is initially arranged in a raster. Thus, no
error propagation occurs in this section of the code words.
The remaining code words are distributed in the remaining
gaps.

10

Translation of amended page 7b

It is the object of the present invention to find a concept
for writing and reading a data stream of code words of
5 variable lengths which provides particular protection
against sequence errors due to a non-ideal transmission of
the data stream.

This object is achieved by a method for producing a

Translation of amended claims

Claims:

5

1. Method for producing a data stream of code words of variable lengths which are divided up into a plurality of sets of code words, a raster having raster points existing for the data stream, two adjacent raster points (41, 42) defining one segment (40), and the raster comprising a plurality of segments, the method including the following steps:

10

15

a1) writing (16) the code words (1-6) of the first set such that starts of the code words are at raster points of different segments;

20

a2) in case a code word is longer than a segment, writing the remainder of the code words into an area of the raster which is not written onto after step a1), pursuant to a first predetermined regulation, until all code words of the first set have been written into the raster;

25

b1) in case the respective code word fits in the segment, writing (18) each code word (7-12) of the second set into a segment which is assigned to each individual code word pursuant to a predetermined assignment rule, wherein each code word of the second set is assigned a different segment due to the predetermined assignment rule;

30

35

b2) in case only a part (7a) of the respective code word (7) fits in the assigned segment or, writing the part (7a) of the respective code word (7) of the second set into the assigned segment (1) and storing the remainder (7b) of the code word (7), or, in case the assigned segment is full, storing

the entire code word (13) which is assigned the full segment;

- 5 b3) writing the stored remainder (7b) or the stored entire code word (13), which did not fit in the respective segments in steps b1), b2), into an area of the raster which is not written onto after steps b1) and b2), pursuant to a second predetermined regulation, until all code words of
10 the second set have been written into the raster.
2. Method as claimed in claim 1, in which the code words of the first set are present in an order, wherein these are written into adjacent segments in accordance
15 with their order.
3. Method as claimed in claim 1 or 2, in which the first predetermined regulation in step a2) is as follows:
- 20 i) writing at least a part of the remainder of a code word of the first set into the segment following the segment in which the starting section of the code word is present, in case there is room, in the segment, for at least part
25 of the remainder; and
- ii) conducting step (i) for remainders of all further code words of the first set in case such code words are present; and
- 30 iii) conducting steps (i), (ii), wherein one proceeds by one segment for each remainder until all code words of the first set have been written into the data stream (31).
- 35 4. Method as claimed by any of the preceding claims, in which the code words of the second set are present in an order and the predetermined assignment rule assigns

the first code word of the second set to that segment in which the start of the first code word of the first set is present, assigns the second code word of the second set to that segment in which the start of the second code word of the first set is present and, in case existent, assigns each further code word of the first set that segment in which the start of the corresponding code word of the first set is present.

- 10 5. Method as claimed by any of the preceding claims, in which the second predetermined regulation is equal to the first predetermined regulation.
- 15 6. Method as claimed by any of the preceding claims, in which, pursuant to the first or second predetermined regulation, a code word of the corresponding set which does not entirely fit into the assigned segment falls in three or more parts in case there is only so much room in the segments following the assigned segment that, again, a remainder remains.
- 20 7. Method as claimed by any of the preceding claims, in which the raster points are arranged equally spaced apart, whereby equally long segments, except for the final segment, result, wherein the equally long segments are longer than or as long as the longest code word of the first set, such that each code word of the first set fits in the corresponding segment.
- 25 8. Method as claimed by any of the preceding claims, in which the code words of the first set are written in a first writing direction starting from the first raster points of the segments, respectively, and in which the code words of the second set are written in a second writing direction opposite to the first writing direction, starting from the second raster points of the segments, respectively.
- 30
- 35

9. Method as claimed in claim 8, in which a third set of code words is present, wherein the third code words are, again, written into the raster in the first writing direction after all code words of the second set have been written into the raster.
10. Method as claimed by any of the preceding claims, in which the code words are Huffman code words.
11. Method as claimed by any of the preceding claims, in which the code words represent information symbols and in which code words of the first set represent more significant information symbols than code words of the second set or of further sets.
12. Method as claimed in claim 11, in which the information symbols are spectral values of an audio signal and code words of the first set are spectral values significant from a psycho-acoustic point of view, which are to be protected from any error propagation due to a transmission error in the data stream.
13. Method as claimed by one of the preceding claims, in which the length of the data stream produced is equal to the sum of the lengths of the code words of variable lengths.
14. Method as claimed by any of the preceding claims, in which more than two sets of code words are present and which further comprises the following step:
- conducting steps b1), b2) and b3) for the code words of the further sets of code words, wherein the second predetermined regulation corresponds to the second predetermined regulation of step b2) and wherein the predetermined assignment rule corresponds to the predetermined assignment rule of step b1).

15. Method for reading a data stream of code words of variable lengths, wherein the data stream comprises code words of a plurality of sets of code words, wherein a raster is specified for the data stream (38), which comprises raster points (41, 42) in which two adjacent raster points (41, 42) define a segment (40), wherein the data stream comprises at least two segments, which method includes the following steps:

a) extracting the code words of the first set from the data stream (38) by the following individual steps:

a1) for each segment, jumping to a raster point and reading a code word starting there;

a2) in case the code word which starts at a raster point is not finished at the end of the segment, storing the read section of the code word, and

a3) determining the remainder of the code word on the basis of a first predetermined regulation which was used when producing the data stream;

b) extracting the code words of the second set of code words from the data stream (50) remaining after step (a) by the following individual steps:

b1) for each remaining segment, jumping to a raster point of the segment on the basis of a predetermined assignment rule which was used when producing the data stream, and reading the code word starting there, in order to obtain the code words of the second set;

b2) in case a code word of the second set is not finished at the end of a corresponding segment, storing the read section of the code word of the second set;

5

b3) determining the remainder of the code word or the code word not present at a raster point, on the basis of a second predetermined regulation which was used when producing the data stream.

10

16. Method as claimed in claim 15, in which the data stream comprises more than two sets of code words, which method further includes the following step:

15

extracting the code words of the third set by repeating steps b1), b2) and b3), wherein the second predetermined regulation is equal to the second predetermined regulation of step b3) and wherein the assignment rule is equal to the assignment rule of step b1).

20

17. Method as claimed in claim 15 or 16, in which the assignment rule, which was used when producing the data stream, assigns a first code word of the second set to a segment in which the first code word of the first set starts, wherein, in step b1), one jumps to the first raster point (41) in order to obtain the first code word of the second set, one jumps to the second raster point (42) in order to obtain the second code word of the second set, etc., wherein, in case no or only part of a code word of the second set starts at the first raster point (41), one initially reads starting from all raster points, before a missing code word or a missing part of a code word is determined on the basis of the second predetermined regulation.

35

18. Method as claimed by one of claims 15 to 17, in which the first predetermined regulation in step a3) is as follows:

5 for each stored section of a read code word, jumping to the next raster point in the data stream which remains after step a1) in order to determine the remainder of the code word;

10 in case a code word can be read to the end, connecting the code word which has been read to the end with the stored section in order to obtain the code word of the first set completely, otherwise storing a section which may have been read and repeating the step of
15 jumping to the next raster point, until all code words of the first set are present.

19. Method as claimed by any of the preceding claims, in which there are as many code words in the first set of
20 code words as there are segments in the data stream, and in which the number of code words in the other set or sets is equal to or smaller than the number of code words in the first set, such that all code words of the first set are written to raster points.

25 20. Apparatus (10) for producing a data stream of code words of variable lengths which are divided up into a plurality of sets of code words, in which a raster having raster points is present for the data stream,
30 in which two adjacent raster points (41, 42) define a segment (40), the raster comprising a plurality of segments, the apparatus comprising:

35 a) a device (16) for writing the code words (1-6) of the first set such that starts of code words are present at raster points of different segments, wherein the device (16) is arranged so as

in case a code word is longer than a segment, to write the remainder of the code word into an area of the raster which is not written onto after step a1), pursuant to a first predetermined regulation, until all code words of the first set have been written into the raster;

- b) a device (18) for writing each code word of the second set into a segment which is assigned to each individual code word pursuant to a predetermined assignment rule, wherein each code word of the second set is assigned, due to the predetermined assignment rule, a different segment, in case the respective code word fits in the segment, wherein the device (18) is arranged so as

in case only part of the respective code word fits in the assigned segment, to write the part (7a) of the respective code word (7) of the second set into the assigned segment (1) and to store the remainder of the code word (7b) or, in case the assigned segment is full, to store the entire code word (13) which is assigned the full segment;

to write the stored remainder (7b) and the stored entire code word (13), which did not fit in the respective segments in steps b1), b2), into an area of the raster which is not written onto after steps b1) and b), pursuant to a second predetermined regulation, until all code words of the second set have been written into the raster.

21. Apparatus (22) for reading a data stream of code words of variable lengths, in which the data stream comprises code words of a plurality of sets of code words, wherein, for the data stream (38), a raster is

specified which comprises raster points (41, 42),
wherein two adjacent raster points (41, 42) define a
segment (40), wherein the data stream comprises at
least two segments, which apparatus comprises the
5 following:

a) a device (28) for extracting the code words of
the first set from the data stream (38), which is
arranged so as to

10

for each segment, to jump to a raster point and
to read a code word starting there;

15

in case the code word starting at a raster point
is not finished at the end of the segment, to
store the read section of the code word;

20

to determine the remainder of the code word on
the basis of a first predetermined regulation
which was used when producing the data stream;
and

25

b) a device (30) for extracting the code words of
the second set of code words from the data stream
(50) which remains after step a), which is
arranged so as

30

to jump, for each remaining segment, to a raster
point of the segment on the basis of a
predetermined assignment rule which was used when
producing the data stream and to read the code
word starting there in order to obtain the code
words of the second set,

35

in case a code word of the second set is not
finished at the end of a corresponding segment,
to store the read section of the code word of the
second set;

to determine the remainder of the code word or the code word not present at a raster point on the basis of a second predetermined regulation which was used when producing the data stream.

PCTO/PCT Rec'd 14 DEC 2001

09/914114

National Phase of PCT/EP00/00312 in U.S.A.

Title: Method and Apparatus for Producing a Data stream of
Code Words of Variable Lengths and Method and Apparatus for
Reading a Data stream of Code Words of Variable Lengths

Applicants: SPERSCHNEIDER; DIETZ; LAUBER; SCHUG

Translation of PCT Application PCT/EP00/00312
as originally filed

**Method and Apparatus for Producing a Data stream of Code
Words of Variable Lengths and Method and Apparatus for
Reading a Data stream of Code Words of Variable Lengths**

5

Description

The present invention relates to encoding with code words
of variable lengths and, in particular, to producing and
10 reading data streams with code words of variable lengths,
which are robust with regard to errors in transmission.

Modern audio encoding or decoding methods which work by the
MPEG layer 3 standard, for example, are capable of
15 compressing the data rate of audio signals, e.g. by a
factor 12, without noticeably degrading the quality
thereof. In order to achieve such a high data rate
reduction, an audio signal is sampled, whereby a sequence
of discrete-time samples is obtained. As is known in the
20 art, the sequence of discrete-time samples is windowed in
order to obtain windowed blocks of time samples. A block of
time-windowed samples is then transformed to the frequency
range by means of a filter bank, a modified discrete cosine
transform (MDCT) or other suitable device, in order to
25 obtain spectral values which, as a whole, represent the
audio signal, i.e. the time section determined by the block
of discrete-time samples, in the frequency range. Usually,
time blocks which overlap at 50% are produced and
transformed to the frequency range by means of a MDCT
30 whereby, due to the specific properties of the MDCT, 1024
discrete-time samples, for example, always lead to 1024
spectral values.

It is known that the receptivity of the human ear depends
35 on the momentary spectrum of the audio signal itself. This
dependency is covered in the so-called psycho-acoustic
model by means of which it has been possible for quite some
time to calculate masking thresholds depending on the

momentary spectrum. Masking means that a specific tone or a spectral component is hidden in case an adjacent spectral range, for example, has relatively high energy. This fact of masking is utilized in order to quantize as closely as possible the spectral values present after the transformation. The aim is therefore to avoid audible interferences in the re-decoded audio signal on the one hand and to use as few bits as possible on the other hand in order to encode or, in this case, to quantize the audio signal. The interferences introduced by quantization, i.e. quantization noise, are intended to be below the masking threshold and, therefore, to be inaudible. In accordance with known methods, a classification of the spectral values in so-called scale factor bands is carried out, which should correspond to the critical bands, i.e. frequency groups, of the human ear. Spectral values in a scale factor group are multiplied by a scale factor in order to carry out overall scaling of spectral values of a scale factor band. The scale factor bands scaled by the scale factor are then quantized, whereupon quantized spectral values are produced. It is understood that grouping in scale factor bands is not critical. However, it is used in the MPEG layer 3 standards or in the MPEG 2 AAC standard (AAC = advanced audio coding).

25

A very essential aspect of data reduction lies in entropy encoding of the quantized spectral values, which follows quantizing. Huffman encoding is usually used for entropy encoding. A Huffman coding is understood to mean a coding with a variable length, i.e. the length of the code word for a value to be encoded is dependent on the probability of occurrence thereof. Logically, the most probable character is assigned the shortest code, i.e. the shortest code word, so that very good redundancy reduction can be achieved by means of Huffman encoding. An example for a generally-known coding with a general length is the Morse code.

35

In the field of audio encoding, Huffman codes are used for encoding the quantized spectral values. A modern audio encoder, which works, for example, in accordance with the MPEG 2 AAC standard, uses different Huffman code tables for
5 encoding the quantized spectral values, which Huffman code tables are assigned to the spectrum by certain criteria on a section-by-section basis. In this process, 2 or 4 spectral values are always encoded together in one code word.

10

One difference between the method in accordance with MPEG 2 AAC and the method in accordance with MPEG layer 3 is that different scale factor bands, i.e. different spectral values, are grouped into any number of spectral sections.
15 With AAC, one spectral section includes at least four spectral values, but preferably more than four spectral values. The entire frequency range of the spectral values is therefore divided up into adjacent sections, with one section representing one frequency band such that all
20 sections together cover the entire frequency range, which is superimposed by the spectral values after the transformation thereof.

As in the MPEG layer 3 method, one section is assigned to a
25 so-called "Huffman table" from a plurality of such tables in order to achieve a maximum redundancy reduction. In the bit stream of the AAC method, which usually comprises 1024 spectral values, are now the Huffman code words for the spectral values in an ascending order of frequencies. The
30 information on the table used in each frequency section is transferred in the side information. This situation is shown in Fig. 6.

Fig. 6 shows the exemplary case where the bit stream
35 includes 10 Huffman code words. In case one code word is always formed from one spectral value, 10 spectral values may be encoded here. However, usually 2 or 4 spectral values are always jointly encoded by one code word, which

is why Fig. 6 shows a part of the encoded bit stream which includes 20 or 40 spectral values. In the case where each Huffman code word includes 2 spectral values, the code word designated by No. 1 represents the first two spectral values, with the length of code word No. 1 being relatively short, which means that the values of the first two spectral values, i.e. of the two smallest frequency coefficients, occur relatively frequently. The code word bearing the No. 2, however, has a relatively long length, which means that the amounts of the 3rd and 4th spectral coefficients in the encoded audio signal are relatively rare, which is why they are encoded with a relatively large amount of bits. Further, it is apparent from Fig. 6 that the code words with the numbers 3, 4 and 5, which represent the spectral coefficients 5 and 6 or 7 and 8 or 9 and 10, also occur relatively frequently, since the length of the individual code words is relatively small. The same applies to the code words bearing the numbers 6 to 10.

As has already been mentioned, it is clearly apparent from Fig. 6 that the Huffman code words for the encoded spectral values are arranged in the bit stream in a linearly ascending manner with regard to the frequency in case a bit stream which is produced by a known encoding apparatus is considered.

One major drawback with regard to Huffman codes, in the case of faulty channels, is error propagation. It may be assumed, for example, that code word No. 2 in Fig. 6 is interfered with. There is a certain, not low, probability that the length of this wrong code word No. 2 is also modified. It therefore is different from the correct length. In case, in the example of Fig. 6, code word No. 2 has been modified in its length due to an interference, it is no longer possible for an encoder to determine the starts of the code words 3 to 10, i.e. of almost the entire audio signal represented. This means that all other code words following the code word which has been interfered

with can no longer be correctly encoded, since it is not known where these code words start, and since an incorrect starting point was selected due to the error.

5 As a solution to the problem of error propagation, European Patent No. 0 612 156 proposes that a part of the code words of variable lengths be arranged in a raster and that the remaining code words be distributed in the remaining gaps, so that the start of a code word which is arranged at a
10 raster point can be more easily found without full decoding or in the case of an incorrect transmission.

It is true that the known method provides some remedy for error propagation by means of rearranging the code words.
15 For some code words, a fixed location in the bit stream is agreed upon, whereas the remaining gaps are available for the remaining code words. This does not cost any additional bits, but prevents, in the case of an error, error propagation among the rearranged code words.

20 However, one decisive parameter for the efficiency of the known method lies in the manner in which the raster is determined in practical application, i.e. how many raster points must be used, which raster spacing the raster points
25 must have, etc. Except for the general recommendation to use a raster for curbing error propagation, European Patent No. 0 612 156 does not give any more detailed information about how the raster should be designed efficiently in order to enable error-robust encoding on the one hand and
30 efficient encoding on the other hand.

German Patent Application 19 747 119.6-31, which was published after the filing date of the present application, proposes that not just any code words be located at raster
35 points, but that code words which are significant from a psycho-acoustic point of view, i.e. code words for spectral values which make a significant contribution to the audio signal, be located at raster points. A data stream with

code words of variable lengths, such as is produced by such an encoder, is shown in Fig. 5. As in Fig. 6, the data stream also includes 10 code words, with the priority code words being shaded. The first priority code word is located such as to start at a first raster point 100, the second priority code word is located such as to start at a second raster point 101, the third priority code word is located such as to start at a third raster point 102, the fourth priority code word is located such as to start at a fourth raster point 103 and the fifth priority code word is located such as to start at a fifth raster point 104. A first segment 105 is defined by the raster points 100 and 101. Similarly, a second 106, a third 107, a fourth 108 and a final segment 109 are defined. It is shown in Fig. 5 that the first two segments 105 and 106 have a different length from the two segments 107 and 108 and yet a different length from the final segment 109. Non-priority code words 6, 7, 8, 9 and 10 are then entered in the data stream following the priority code words such that the latter is filled up, so to speak. As is shown in Fig. 5, in the post-published method, the non-priority code words are consecutively inserted in the raster after the priority code words have been written. Specifically, the non-priority code word No. 6 is entered following the non-priority code word 1. The space still remaining in the segment 105 is filled up with the following non-priority code word 7, with the remainder of the non-priority code word 7, i.e. 7b, being written in the next free space, i.e. in the segment 107, directly following the priority code word 3. The same procedure is followed for the non-priority code words 8 to 10.

The advantage of the post-published method illustrated in Fig. 5 is that the priority code words 1 to 5 are protected against error propagation, since their starting points coincide with raster points and are therefore known.

In case, for example, the priority code word 2 has been damaged in transmission, it is very likely in the prior art shown in Fig. 6 that a decoder will not be able to decode any of the remaining code words 3 to 10 correctly. In the
5 method shown in Fig. 5, however, the next code word, i.e. priority code word 3, starts at the raster point 102 such that the decoder will, at any rate, find the correct start of code word 3. Therefore, in the method shown in Fig. 5, no sequence error whatsoever will occur, and only priority
10 code word No. 2 will be damaged. Consequently, this method provides effective protection for priority code words which are located at raster points.

However, there is no effective protection for non-priority
15 code words. Referring to Fig. 5, damaging the non-priority code word No. 6 such that the decoder assumes, as an incorrect code word No. 6, a code word which is one bit shorter, will result in the fact that it is also no longer possible to correctly decode code word No. 7, since the
20 last bit of the correct code word No. 6 is interpreted as being the start of the next code word No. 7. Therefore, an error in code word No. 6 will lead to the fact that, at a very high probability, it will no longer be possible, due to a sequence error, to correctly decode any code words
25 following it even in case they have not been affected by a transmission error.

It is the object of the present invention to find a concept for writing and reading a data stream of code words of
30 variable lengths which provides particular protection against sequence errors due to a non-ideal transmission of the data stream.

This object is achieved by a method for producing a data
35 stream in accordance with claim 1, by a method for reading a data stream in accordance with claim 15, by an apparatus for producing a data stream in accordance with claim 20 and

an apparatus for reading a data stream in accordance with claim 21.

5 The present invention is based on the realization that a data stream having code words of variable lengths must be configured such that successive code words are decoupled in the data stream as soon as possible such that a decoder will not produce a very high number of sequence errors due to a transmission error. For this purpose, code words of
10 variable lengths to be transmitted are divided up into a plurality of sets. The first set may include priority code words, whereas the second set may include non-priority code words. In order to also protect non-priority code words from transmission errors, they are not simply written into
15 the unoccupied raster, as in the prior art, but are distributed in the individual segments. After a fixed assignment which is known to the recipient, non-priority code words are assigned to the segments such that each non-priority code word, i.e. each code word from the second
20 set, is assigned to a different segment of the data stream. In order for this to work, each set may only have so many code words as there are segments for the data stream. Therefore, the first set of code words is written into the raster such that each code word of the first set starts at
25 a raster point. An attempt is then made to write each code word of the second set into the data stream such that each code word of the second set is assigned to a different segment. Due to this assignment, i.e. each code word of the second set is written into a different segment, a decoder
30 will no longer simply successively decode the code words of the second set but go to the corresponding segment for each code word of the second set in the raster in order to extract the corresponding code word of the second set from this segment.

35

In case, already after the code word of the first set has been written into a segment, this segment is so full that there is only partially room for the code word of the

second set assigned to this segment or that there is no more room at all, that part of the code word of the second set for which there is still room is written into the assigned segment, the remainder being stored. In case there
5 is no room at all for the code word, the entire code word is stored until the assignment of each code word of the second set has been attempted. It is only then that a second attempt will be made to write the stored parts or the stored complete code words of the second set, in
10 accordance with a predetermined regulation, to segment sections which are still unoccupied.

In case the raster is configured such that code words of the first set exist which are longer than the segment
15 length, the same method may be applied as early as for writing the first set of code words.

Once a decoder has extracted the code words of the first set which start at raster points from the data stream, it
20 proceeds to extract the code words of the second set. In case a decoder finds only part of a code word of the second set of code words, this part will be stored and the process is continued by looking for the next code word of the second set in a different segment. Only after all segments
25 have been searched in such a first attempt, the missing part of a code word of the second set will be determined in a second or a further attempt, or a code word of the second set, whose assigned segment had already been occupied by the code word of the first set, is determined.

30 Referring to Fig. 5, an error in code word No. 6 will therefore no longer lead to an error in code word No. 7, since code word No. 7 would start in a different segment from segment 105, and code word No. 6 would be followed by
35 an entirely different code word not adjacent to it.

A simple example may be used for further illustration. It is based on the assumption that two code words in the first

set and two code words in the second set, that is to say, a total of four code words of variable lengths, are present. It is further assumed, for comparison with the prior art, that the code words 1 and 3 together are sufficiently long to fit in the first segment, and that code words 2 and 4 together are sufficiently long to completely fit in the second segment. In this case, an apparatus in accordance with the prior art would write the same data stream as an apparatus in accordance with the present invention. The apparatus in accordance with the prior art would firstly write the priority code words 1 and 2 to the two raster points and thereafter write code word No. 3 following code word No. 1 and write code word No. 4 to the next vacant space in the raster, that is to say following code word No. 2. Purely coincidentally, code word No. 4 is therefore no longer (at least partially) in the first segment, but entirely in the second segment.

An apparatus in accordance with the invention will initially write the code words of the first set to the corresponding raster points and will then write the first code word of the second set into the first segment and the code word of the second set into the second segment, irrespective of whether or not there is still room in the first segment. The apparatus in accordance with the invention will therefore attempt, at any rate, to write each code word of the second set into a different segment.

Even though both data streams coincidentally look identical, a significant difference will result for the recipient who will extract the code words of variable lengths from the data stream in order to place them in their order which is required for a decoder. In the prior art, an apparatus will, for extracting, initially read code word No. 1 at the first raster point and code word No. 2 at the second raster point, in order to obtain the code words of the first set. Thereafter, an apparatus in accordance with the prior art will go to the start of the remaining

data stream and read code word No. 3 there, and following therein, read code word No. 4.

5 An apparatus in accordance with the present invention will, after reading code words 1 and 2 of the first set, also go to the start of the remaining data stream and read code word No. 3 there. However, the apparatus in accordance with the invention will thereafter jump to the next segment in order to read the start of the fourth code word, i.e. the
10 second code word of the second set.

It shall now be assumed, in the following, that code word No. 3, i.e. the first code word of the second set, which was written behind the first code word of the first set in
15 the fictitious data stream, has been interfered with such that a decoder will interpret the same as a shorter code word than it actually is. In this case the known apparatus for reading the data stream will read code word No. 3 and will, due to the transmission error, stop too soon and will
20 judge the remaining bit or bits, which actually belonged to code word No. 3, to be the start of code word No. 4. The apparatus in accordance with the invention, however, will jump to the next segment after code word No. 3 has been terminated, and will therefore correctly determine the
25 start of code word No. 4.

Using this simple example, the essential advantage of the present invention can clearly be seen in that it prevents, due to the division of the code words of the second set
30 into the individual segments, sequence errors also in code words of the second set, which may be, for example, non-priority code words. As has been described with reference to No. 5, in the prior art, however, sequence errors occur even though the data streams of code words of variable
35 lengths which are produced by the prior art and by the present invention, may be identical by coincidence.

Preferred embodiments of the present invention will be explained in detail below with reference to the attached drawings, in which:

5 Fig. 1 shows an inventive apparatus for producing a data stream of code words of variable length;

Fig. 2 shows an inventive apparatus for reading a data stream having code words of variable lengths;

10

Fig. 3 shows a procedural diagram of the inventive method by means of three sets of code words of variable lengths;

15 Fig. 4 shows a procedural diagram for illustrating the inventive method for reading a data stream which has been produced in accordance with Fig. 3;

20 Fig. 5 shows a data stream which is produced by a known apparatus and in which the priority code words are exposed to error propagation;

Fig. 6 shows a data stream in which sorting by priority code words and non-priority code words has been carried out.

25

Before Fig. 1 will be described in more detail, it should be noted that encoding with code words of variable lengths is also referred to as entropy encoding in the art. One representative example of entropy encoding is the so-called Huffman encoding. In principle, in Huffman encoding, the information symbols to be encoded are statistically examined in order to determine shorter code words for the information symbols occurring more frequently than for information symbols occurring less frequently. In a complete Huffman code, all code words are terminated ends or branches of a code tree. For example, a Huffman decoder serially reads in a data stream with Huffman code words and, put graphically, jumps to a branching of the specified

30

35

code tree with each bit that it reads in additionally until, after a certain number of jumps, which corresponds to the number of bits of the code word, i.e. to the length of the code word, it arrives at a branch end which does not
5 have any further branching and is therefore a code word. The decoder then knows that a new code word starts with the next bit. This process is repeated as often as required until the data stream has been completely read in. With each time that the Huffman encoder jumps back to the
10 starting point, i.e. to the root of the tree, a code word is present at its point of origin. Since the lengths of the code words are implicitly specified by the code words themselves or by the code tree known in the encoder and in the decoder, it can be seen that an interference in the
15 data stream which leads to a reversal of a bit misleads the decoder in the code tree, so to speak such that it ends up with a different code word, i.e. an incorrect code word, which is very likely to have a different length from the correct code word. In this case, the decoder will, once it
20 has arrived at the incorrect code word, jump back and, due to the bits then following, again move from one branching point to another in the code tree. However, it is not possible for the decoder to avoid a sequence error, unless it coincidentally ends up on the "correct track".

25 Therefore, error protection, as is provided by the present invention, must be performed in order to ensure error-robust transmission. The apparatus for producing a data stream of code words of variable lengths in accordance with
30 the present invention may therefore act as a sending or output stage of a Huffman encoder, as it were, whereas the apparatus for reading a data stream of code words of variable lengths may act as a receiving or input stage of a Huffman encoder. It can be seen from this that the present
35 invention is not only applicable to Huffman encoders, but to any code having code words of variable lengths which is susceptible to sequence errors.

Fig. 1 shows an inventive apparatus 10 for producing a data stream of code words of variable lengths, which apparatus has an input 12 and an output 14. At the input 12, the code words of variable lengths are present, whereas at the
5 output 14, the error-robust data stream is output. The code words of variable lengths at the input 12 of the apparatus 10 have preferably already been pre-sorted such that priority code words are in a first set, less important code words are in a second set and even less important code
10 words are in a third set, etc.

The code words of variable lengths are input into a device 16 for writing the code words of the first set into the data stream such that the code words of the first set each
15 start at raster points.

Moreover, the code words of variable lengths are input into a device 18 for writing the code words of the second set into the data stream, a different segment being assigned to
20 each code word of the second set. The data stream between the two devices 16 and 18 is therefore a data stream in which merely all code words of the first set are entered at raster points. In case the code words of variable lengths consist of only two sets of code words, then the error-
25 robust data stream is already present at the output of the device 18. In case there are more than two sets of code words of variable lengths, there are further devices for writing the code words of the corresponding set into the data stream, which is symbolically illustrated by reference
30 numeral 20.

Fig. 2 shows an inventive apparatus 22 for reading the error-robust data stream output at the output 14 (Fig. 1), which has an input 24 and an output 26. At the input 24,
35 the error-robust data stream is input in order to output, at the output 26, code words of variable lengths whose order corresponds to the order that was present at the input 12 (Fig. 1). The apparatus 22 for reading the data

stream includes a device 28 for extracting the code words of the first set by jumping to the raster points, a downstream device 30 for extracting the code words of the second set by jumping to the raster points of the remaining
5 data stream and, if need be, further devices 32 for extracting code words in accordance with the further sets, in case any such sets are present.

Before the method carried out by the apparatus 10 (Fig. 1)
10 is explained in detail on the basis of Fig. 3 by means of an example, a summary of the method will first be given. The code words available are divided up into a plurality of sets. Each set, except for the last one, includes as many code words as there are segments available. In the best
15 case, one set contains as many code words as there are segments available. However, one set may also contain more or fewer code words, as it will almost necessarily be the case for the last set, since a predetermined number of code words of variable lengths must be assumed. In case M
20 segments are present and in case a set has N code words, the number of the code words which are written to raster points corresponds to the minimum of M and N, whereas the number of attempts to accommodate the N code words in the raster in accordance with the invention corresponds to the
25 maximum of M and N.

Preferably, the first set contains the most important code words, i.e. the priority code words, which represent information symbols which are more significant in
30 comparison with the other information symbols. The following sets contain fewer important code words in the order as is provided by a pre-sorting algorithm, which preferably also carries out the classification into priority code words and non-priority code words. These sets
35 are successively written by the device 10. Writing one set should require several attempts. In the first attempt, the first code word of the current set is written into the first segment, and so on, until the last code word of the

current set is written into the last segment. Of course, one may start with the second, with the third or with any other segment and then write in every segment in accordance with a certain specified regulation.

5

In case a code word does not fit into a segment, the remaining part of this code word is stored. In a second attempt, the remaining part of the first code word, in case it exists, is preferably written into the second segment, etc., until the remaining part of the last code word is preferably written into the first segment. Such an algorithm can also be referred to as modulo shift. Obviously, the predetermined regulation as to whether a remainder of a code word is to be written into the following segment, into the next-but-one segment, etc., in the next run, i.e. in the next attempt, is arbitrary.

Once a set has been completely written, the writing of the next set starts. In order to prevent propagation errors even more in accordance with a preferred embodiment of the present invention, the direction of writing within the segment is changed from set to set. For example, code words of the first set are written from left to right, whereas code words of the second set are written from right to left, etc. Therefore, with the present invention, the second side of a raster point is utilized for absolute error protection, as it were, also in accordance with this preferred embodiment.

The use of the system briefly summarized above can very strongly reduce the number of error propagation possibilities for a certain code word. As the sets are written successively and as each code word of a set is assigned to a certain segment and is also written into the segment, in case there is still room in the segment, no error propagation from one code word within one set to the next code word within the set is possible, since a decoder always jumps from segment to segment when decoding and does

not assume the start of a code word to be where the preceding one ended, as is the case in the prior art. In case a code word is only partially written into this segment, since the space available is not sufficient for
5 completely entering the code word, the possibility of error propagation is at least reduced.

In accordance with a preferred embodiment of the present invention, the segment width is selected such that the
10 priority code words completely fit in the segments. Therefore, writing the first set requires only one attempt. However, this is arbitrary. Since, generally, a high number of raster points for one data stream, i.e. a segment length as small as possible, is aimed at, the case that also code
15 words of the first set are longer than the segment length may also arise. However, this case would be treated like writing the second set, i.e. also in accordance with a predetermined regulation which must be known to the encoder as well as to the decoder.

20

Fig. 3 illustrates, by means of an example, the inventive method for writing code words of variable lengths. In the example, there are 15 code words of variable lengths 30 which are preferably divided up into a first set having 6
25 code words 1 to 6, into a second set also having 6 code words 7 to 12 and into a third set having the remaining 3 code words 13 to 15. As is shown in Fig. 3, code words 30 have variable lengths.

30 In accordance with a preferred embodiment of the present invention, the segment length, i.e. the length of the segment, is longer than the length of the longest code word of the first set. The code words of the first set are arranged at raster points 41 to 46, wherein, for the last
35 segment No. 6, a raster point is indicated by a dotted line, which raster point is not used, however, since the end 47 of the data stream can also be considered as a raster point as it were and since the raster point

indicated by a dotted line is thus superfluous. The first segment No. 6 is therefore longer than the other segments, which is completely irrelevant for the present invention, however. Generally speaking, the segments may have any
5 lengths, which change within the data stream, it being understood that the current length of a segment must be known to the decoder so that the inventive advantages can be utilized.

10 Firstly, the code words of the first set are written into the data stream in a step a), which results in a fragmentary data stream indicated by 31, in which the code words of the first set are written into a respective
15 segment from left to right, as is indicated by arrows 48 which are to symbolize the direction of writing in the entire Fig. 3. Since the segment length is selected to be longer than the longest length of a code word of the first set, only one single attempt is needed for step a). In case
20 the segments are shorter, more attempts are required accordingly.

Now the code words of the second set are written into the data stream 31 in a step b). In order to achieve high error robustness, the code words of the second set are preferably
25 not written from left to right like the code words of the first set, but are written from right to left, starting from the second raster point, respectively, e.g. the raster point 42 for the first segment, as is indicated by the respective arrow of writing direction. The writing of the
30 code words of the second set takes place in accordance with a predetermined assignment rule which says, in the example selected, that the first code word of the second set is to be written in the same segment as the first code word of the first set, however always on the condition that there
35 is still room in this segment. The data stream 32 resulting from the first attempt shows that in the first segment there was only so much room for writing the starting section of code word No. 7.

In contrast to the prior art, where the second part of code word No. 7 would have been written into the second segment, the second half of code word No. 7, i.e. 7 b), is stored
5 for writing it into the data stream in a second attempt in accordance with a predetermined regulation, i.e. in accordance with an regulation which must also be known to the decoder. Fig. 3 clearly shows that in the second segment, there was still enough room between code word Nos.
10 2 and 8 for the final section of code word No. 7 to be entered. In case there had not been enough room, the third section of the code word would have been entered into segment No. 3. Thus, in Fig. 3, the predetermined regulation for entering code word No. 7 into the data
15 stream consists in proceeding by one segment in each case. Of course, one may also proceed by two segments or by three or more, such that, as a consequence, the second segment 7 b) could then be written, instead of the second segment, into the third, into the fifth in the next attempt, etc.
20 The order of segments which is used to accommodate the second part of section 7 somewhere is arbitrary. However, it must be transparent to the decoder so that the re-sorted data stream can be re-read.

25 The code words of the third set 13 to 15 are now to be entered into the resulting data stream 33, which is also still fragmentary. By analogy with step b), this is done preferably by the same assignment rule such that the first code word of the third set is assigned to the first
30 segment, that the second code word of the third set is assigned to the second segment, that the third code word of the third set is assigned to the third segment, etc. This assignment rule is entirely arbitrary for the third set and may also be different from the assignment rule for the
35 second set, with each code word of a set being assigned to a different segment in accordance with the invention.

The first attempt in step c) was successful only in that the first section of code word No. 15 was entered, resulting in a fragmentary data stream 34. Code words 13, 14 and the second section of code word 15, i.e. 15 b) are stored for being accommodated in the second, third, fourth, fifth and sixth attempts, wherein the second section 15b could be accommodated in the fourth segment in the second attempt (data stream 35), wherein nothing could be accommodated in the third attempt, wherein the starting section of code word 14 could be accommodated in the fourth attempt (data stream 36), wherein the final section of code word 14, i.e. 14b could be accommodated in the fifth attempt (data stream 37) and wherein, finally, the first code word of the third set could be entered in the sixth segment in the sixth and final attempt, which results in the error-robust data stream 38 for the example illustrated here. The method described using Fig. 3 ensures that the length of the error-robust data stream exactly corresponds to the sum of the lengths of the code words of variable lengths, which is self-evident for the purposes of entropy encoding for data reduction. However, the present invention is not limited to the error-robust data stream having the minimal length, since error robustness is not affected by any filler bits that may be present.

25

When regarding the robust data stream shown in Fig. 3, it can be seen that the start of code word No. 8, i.e. raster point 43, is entirely independent of the end of code word No. 7. Moreover, the start of code word No. 9, i.e. raster point 44, is entirely independent of the end of code word No. 8. Additionally, it should be noted that due to the opposite writing order, a data error in code word No. 1 in the first segment, for example, which leads to the fact that the incorrect code word is one bit shorter than the correct code word No. 1 due to the data error, does not lead to a destruction of the starting section of code word No. 7a, since the latter was written from right to left instead of from left to right. In case it had been written

from left to right, a decoder would take the remaining bit from the initially correct code word No. 1 as the starting bit of code word No. 7, which would result in a sequence error from 1 to 7. However, this sequence error would not
5 propagate to 8, since code word No. 8, again, is entirely independent of code word No. 7, since the writing order was chosen to be from right to left. In case the writing order of code word No. 8 is equal to the writing order of the code words of the first set, the error would not propagate
10 from 7 to 8 either, since code word No. 8 would be written adjacent to code word No. 2 before the second part 7b due to the assignment rule and is, therefore, not influenced by an incorrect section 7b.

15 By means of an appropriate example, Fig. 4 shows the operation of the apparatus for reading the error-robust data stream 38. Initially, the code words of the first set are extracted from the error-robust data stream in step a). For this purpose, the inventive apparatus, which may be
20 coupled to a Huffman decoder, reads the code word of the first set starting from the first raster point 41, reads code word No. 2 of the first set starting from the second raster point 42, etc., until all code words 1 to 6 of the first set have been read in. It is self-evident that the
25 apparatus for reading the data stream selects the same direction as has been used by the apparatus for producing.

Subsequently, the code words of the second set are extracted from the remaining data stream 50 in step b).
30 Here, the decoder jumps to the second raster point 42 of the first segment and obtains the starting section of code word 7 of the second set, whereupon it does not read in the second section 7b, but 7a is first stored in order to then read in the second code word of the second set starting
35 from the second raster point of the second segment, etc. The result is a residual data stream 51 in which the first segment has been completely emptied. Since the decoder does not now read the code word 7 continuously, but always reads

segment by segment on the basis of the assignment rule used for the apparatus for producing the data stream, the error robustness which has already been described and which strongly reduces propagation of sequence errors is ensured.

5

In a second attempt for extracting the code words of the second set, the second part of code word 7b is now read in the second segment in accordance with the existing writing direction, whereupon only code words of the third set remain in the resulting data stream 52. (The second segment is now also empty.) These are extracted in step c), wherein the starting section of code word 15 has been initially determined in a first attempt, which is not stored however, since code word 15 has not been found complete in the third segment. The third segment is now also empty, however, the raster points still exist in order for the decoder to be able to orient itself by them. In a second attempt, code word 15 can be found complete. However, the search for code word 14 in segment 3 and for code word 15 in segment 14 remained without success, which can be seen by the data stream 54. Nevertheless, in the fourth attempt, the search for code word 14 in the fifth segment lead to a positive result. However, code word 14 was not complete, which is why the starting section 14a was stored in order to examine the remaining data stream 55 in a fifth attempt and to fully read in, in a final sixth attempt, data stream 56, which now only consists of the sixth segment and of code word 13.

30 Even though in the previous example merely a division of code words into a starting section and a final section was illustrated by way of example, any type of division is possible in principle. Error-robust decoding will be ensured as long as the decoder observes the assignment of code words of the second set or of the third set and of further sets to different segments, respectively. Moreover, it is obvious that the sorting of the final sections of code words into the data stream is arbitrary as long as the

35

decoder or the read-in circuit upstream of the decoder knows exactly which predetermined regulation has been carried out in the encoder.

Claims:

1. Method for producing a data stream of code words of
5 variable lengths which are divided up into a plurality
of sets of code words, a raster having raster points
existing for the data stream, two adjacent raster
points (41, 42) defining one segment (40), and the
10 raster comprising a plurality of segments, the method
including the following steps:

a1) writing the code words (1-6) of the first set such
that starts of the code words are at raster points of
different segments;
15

a2) in case a code word is longer than a segment,
writing the remainder of the code words into an
area of the raster which is not written onto
after step a1), pursuant to a first predetermined
20 regulation, until all code words of the first set
have been written into the raster;

b1) in case the respective code word fits in the
segment, writing each code word of the second set
25 into a segment which is assigned to each
individual code word pursuant to a predetermined
assignment rule, wherein each code word of the
second set is assigned a different segment;

b2) in case only a part of the respective code word
30 fits in the assigned segment or in case the
assigned segment is full, writing the part (7a)
of the respective code word (7) of the second
set into the assigned segment (1) and storing the
remainder of the code word (7b) or the entire
35 code word (13) which is assigned the full
segment;

- b3) writing the stored remainder (7b) and the stored entire code word (13), which did not fit in the respective segments in steps b1), b2), into an area of the raster which is not written onto after steps b1) and b2), pursuant to a second predetermined regulation, until all code words of the second set have been written into the raster.
- 5
2. Method as claimed in claim 1, in which the code words of the first set are present in an order, wherein these are written into adjacent segments in accordance with their order.
- 10
3. Method as claimed in claim 1 or 2, in which the first predetermined regulation in step a2) is as follows:
- 15
- i) writing at least a part of the remainder of a code word of the first set into the segment following the segment in which the starting section of the code word is present, in case there is room, in the segment, for at least part of the remainder; and
- 20
- ii) conducting step (i) for remainders of all further code words of the first set in case such code words are present; and
- 25
- iii) conducting steps (i), (ii), wherein one proceeds by one segment for each remainder until all code words of the first set have been written into the data stream (31).
- 30
4. Method as claimed by any of the preceding claims, in which the code words of the second set are present in an order and the predetermined assignment rule assigns the first code word of the second set to that segment in which the start of the first code word of the first set is present, assigns the second code word of the
- 35

second set to that segment in which the start of the second code word of the first set is present and, in case existent, assigns each further code word of the first set that segment in which the start of the corresponding code word of the first set is present.

5. Method as claimed by any of the preceding claims, in which the second predetermined regulation is equal to the first predetermined regulation.

6. Method as claimed by any of the preceding claims, in which, pursuant to the first or second predetermined regulation, a code word of the corresponding set which does not entirely fit into the assigned segment falls in three or more parts in case there is only so much room in the segments following the assigned segment that, again, a remainder remains.

7. Method as claimed by any of the preceding claims, in which the raster points are arranged equally spaced apart, whereby equally long segments, except for the final segment, result, wherein the equally long segments are longer than or as long as the longest code word of the first set, such that each code word of the first set fits in the corresponding segment.

8. Method as claimed by any of the preceding claims, in which the code words of the first set are written in a first writing direction starting from the first raster points of the segments, respectively, and in which the code words of the second set are written in a second writing direction opposite to the first writing direction, starting from the second raster points of the segments, respectively.

9. Method as claimed in claim 8, in which a third set of code words is present, wherein the third code words are, again, written into the raster in the first

writing direction after all code words of the second set have been written into the raster.

10. Method as claimed by any of the preceding claims, in
5 which the code words are Huffman code words.
11. Method as claimed by any of the preceding claims, in
10 which the code words represent information symbols and
in which code words of the first set represent more
significant information symbols than code words of the
second set or of further sets.
12. Method as claimed in claim 11, in which the
15 information symbols are spectral values of an audio
signal and code words of the first set are spectral
values significant from a psycho-acoustic point of
view, which are to be protected from any error
propagation due to a transmission error in the data
stream.
20
13. Method as claimed by one of the preceding claims, in
which the length of the data stream produced is equal
to the sum of the lengths of the code words of
variable lengths.
25
14. Method as claimed by any of the preceding claims, in
which more than two sets of code words are present and
which further comprises the following step:
30 conducting steps b1), b2) and b3) for the code words
of the further sets of code words, wherein the second
predetermined regulation corresponds to the second
predetermined regulation of step b2) and wherein the
predetermined assignment rule corresponds to the
35 predetermined assignment rule of step b1).
15. Method for reading a data stream of code words of
variable lengths, wherein the data stream comprises

code words of a plurality of sets of code words,
wherein a raster is specified for the data stream
(38), which comprises raster points (41, 42) in which
two adjacent raster points (41, 42) define a segment
5 (40), wherein the data stream comprises at least two
segments, which method includes the following steps:

a) extracting the code words of the first set from
the data stream (38) by the following individual
10 steps:

a1) for each segment, jumping to a raster point
and reading a code word starting there;

15 a2) in case the code word which starts at a
raster point is not finished at the end of the
segment, storing the read section of the code
word, and

20 a3) determining the remainder of the code word
on the basis of a first predetermined regulation
which was used when producing the data stream;

b) extracting the code words of the second set of
25 code words from the data stream (50) remaining
after step (a) by the following individual steps:

b1) for each remaining segment, jumping to a
raster point of the segment on the basis of a
30 predetermined assignment rule which was used when
producing the data stream, and reading the code
word starting there, in order to obtain the code
words of the second set;

35 b2) in case a code word of the second set is not
finished at the end of a corresponding segment,
storing the read section of the code word of the
second set;

b3) determining the remainder of the code word or the code word not present at a raster point, on the basis of a second predetermined regulation which was used when producing the data stream.

16. Method as claimed in claim 15, in which the data stream comprises more than two sets of code words, which method further includes the following step:

extracting the code words of the third set by repeating steps b1), b2) and b3), wherein the second predetermined regulation is equal to the second predetermined regulation of step b3) and wherein the assignment rule is equal to the assignment rule of step b1).

17. Method as claimed in claim 15 or 16, in which the assignment rule, which was used when producing the data stream, assigns a first code word of the second set to a segment in which the first code word of the first set starts, wherein, in step b1), one jumps to the first raster point (41) in order to obtain the first code word of the second set, one jumps to the second raster point (42) in order to obtain the second code word of the second set, etc., wherein, in case no or only part of a code word of the second set starts at the first raster point (41), one initially reads starting from all raster points, before a missing code word or a missing part of a code word is determined on the basis of the second predetermined regulation.

18. Method as claimed by one of claims 15 to 17, in which the first predetermined regulation in step a3) is as follows:

for each stored section of a read code word, jumping to the next raster point in the data stream which

remains after step a1) in order to determine the remainder of the code word;

5 in case a code word can be read to the end, connecting
the code word which has been read to the end with the
stored section in order to obtain the code word of the
first set completely, otherwise storing a section
which may have been read and repeating the step of
jumping to the next raster point, until all code words
10 of the first set are present.

19. Method as claimed by any of the preceding claims, in
which there are as many code words in the first set of
code words as there are segments in the data stream,
15 and in which the number of code words in the other set
or sets is equal to or smaller than the number of code
words in the first set, such that all code words of
the first set are written to raster points.

20 20. Apparatus (10) for producing a data stream of code
words of variable lengths which are divided up into a
plurality of sets of code words, in which a raster
having raster points is present for the data stream,
in which two adjacent raster points (41, 42) define a
25 segment (40), the raster comprises a plurality of
segments, the apparatus comprising:

a) a device (16) for writing the code words (1-6) of
the first set such that starts of code words are
30 present at raster points of different segments,
wherein the device (16) is arranged so as

in case a code word is longer than a segment, to
write the remainder of the code word into an area
35 of the raster which is not written onto after
step a1), pursuant to a first predetermined
regulation, until all code words of the first set
have been written into the raster;

- b) a device (18) for writing each code word of the second set into a segment which is assigned to each individual code word pursuant to a predetermined assignment rule, wherein each code word of the second set is assigned a different segment, in case the respective code word fits in the segment, wherein the device (18) is arranged so as
- in case only part of the respective code word fits in the assigned segment or in case the assigned segment is full, to write the part (7a) of the respective code word (7) of the second set into the assigned segment (1) and to store the remainder of the code word (7b) or the entire code word (13) which is assigned the full segment;
- to write the stored remainder (7b) and the stored entire code word (13), which did not fit in the respective segments in steps b1), b2), into an area of the raster which is not written onto after steps b1) and b), pursuant to a second predetermined regulation, until all code words of the second set have been written into the raster.
21. Apparatus (22) for reading a data stream of code words of variable lengths, in which the data stream comprises code words of a plurality of sets of code words, wherein, for the data stream (38), a raster is specified which comprises raster points (41, 42), wherein two adjacent raster points (41, 42) define a segment (40), wherein the data stream comprises at least two segments, which apparatus comprises the following:

- a) a device (28) for extracting the code words of the first set from the data stream (38), which is arranged so as to

5 for each segment, to jump to a raster point and to read a code word starting there;

10 in case the code word starting at a raster point is not finished at the end of the segment, to store the read section of the code word;

15 to determine the remainder of the code word on the basis of a first predetermined regulation which was used when producing the data stream; and

- 20 b) a device (30) for extracting the code words of the second set of code words from the data stream (50) which remains after step a), which is arranged so as

25 to jump, for each remaining segment, to a raster point of the segment on the basis of a predetermined assignment rule which was used when producing the data stream and to read the code word starting there in order to obtain the code words of the second set,

30 in case a code word of the second set is not finished at the end of a corresponding segment, to store the read section of the code word of the second set;

35 to determine the remainder of the code word or the code word not present at a raster point on the basis of a second predetermined regulation which was used when producing the data stream.

Method and Apparatus for Producing a Data stream of Code Words of Variable Lengths and Method and Apparatus for Reading a Data stream of Code Words of Variable Lengths

5

Abstract

10 In a method for producing a data stream of code words of variable lengths which are divided up into a plurality of sets of code words, wherein a raster having segments is specified for the data stream, wherein two adjacent raster points define a segment, code words of the first sets are written into the data stream starting at raster points. Subsequently, code words of the second set are written into
15 the data stream pursuant to a predetermined assignment rule, wherein each code word of the second set is assigned to a different segment. Entire code words or parts of code words which cannot be written according to their assignment, are stored and entered into the data stream in
20 further attempts, wherein the assignment by a predetermined regulation is changed from attempt to attempt. This procedure is analogously repeated for any further set which may be present. Thus, the ends of code words of the second set are decoupled from the starts of following code words
25 of the second set, since the corresponding code words of a set are written segment by segment, which results in a reduction of error propagation.

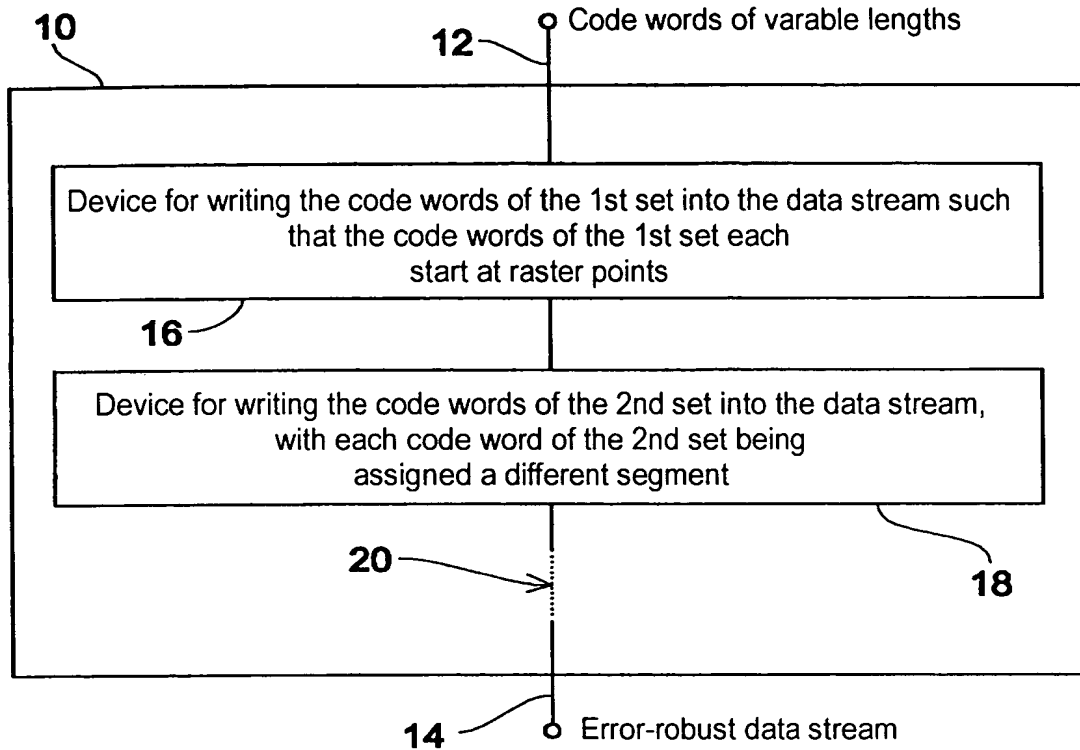


Fig. 1

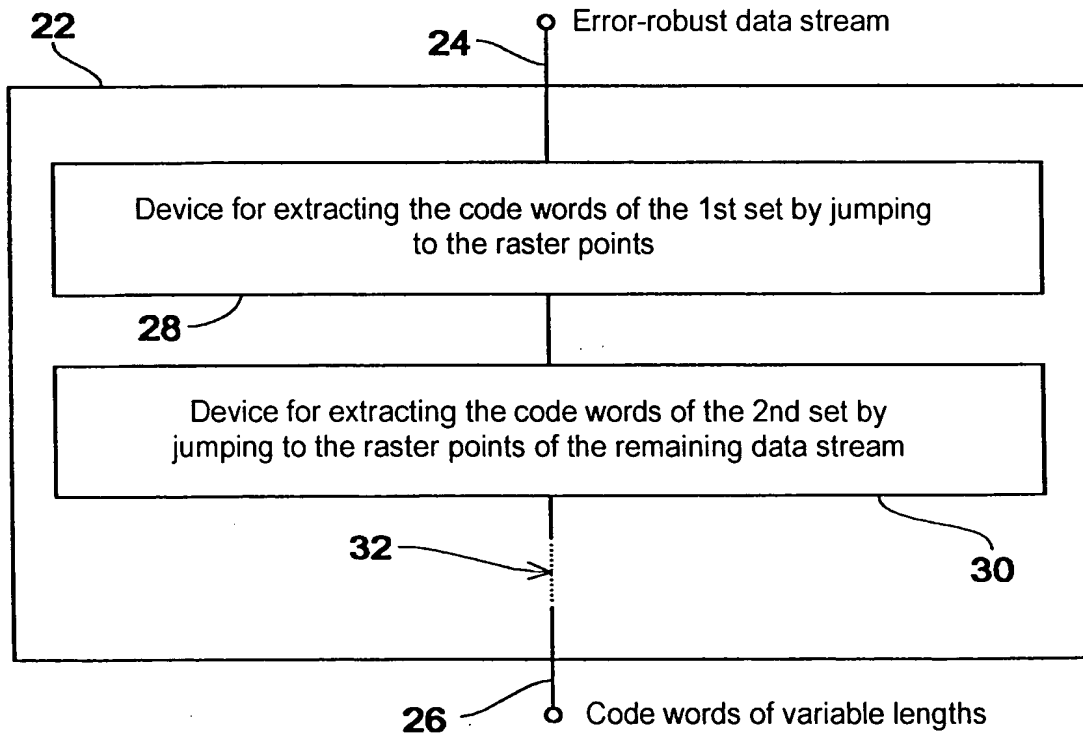
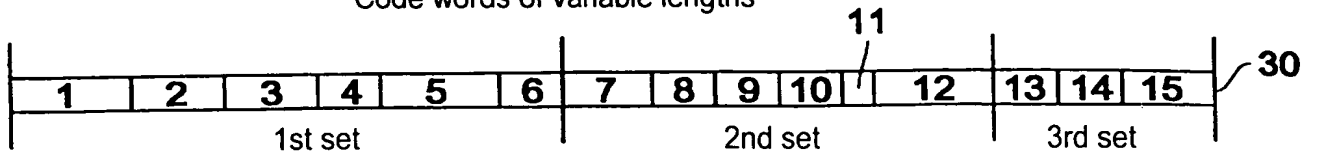
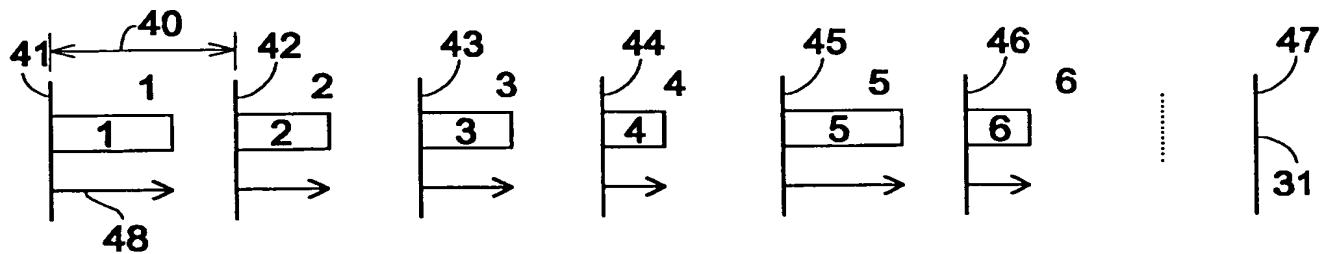


Fig. 2

Code words of variable lengths

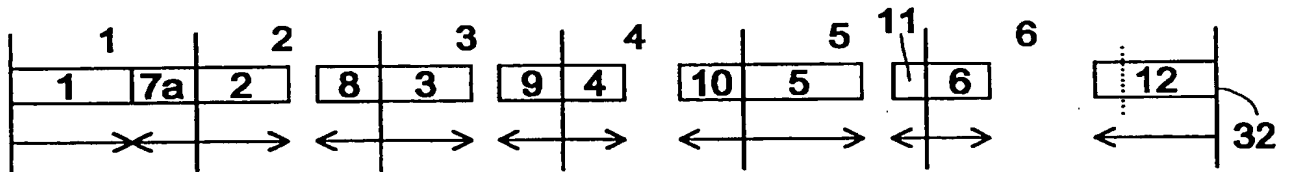


a) Writing the code words of the 1st set



b) Writing the code words of the second set

Attempt 1 (7 in 1, 8 in 2, 9 in 3, 10 in 4, 11 in 5, 12 in 6) : storing 7b



Attempt 2 (7 in 2) :

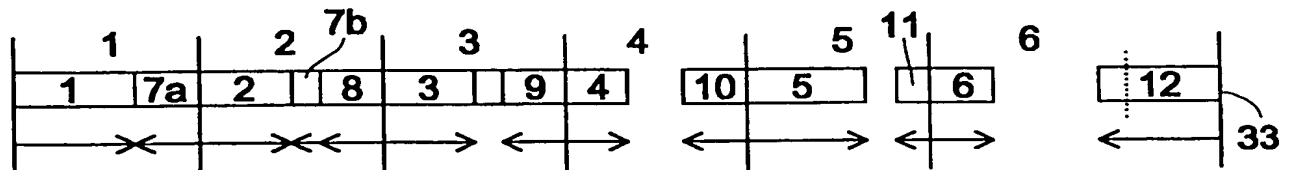
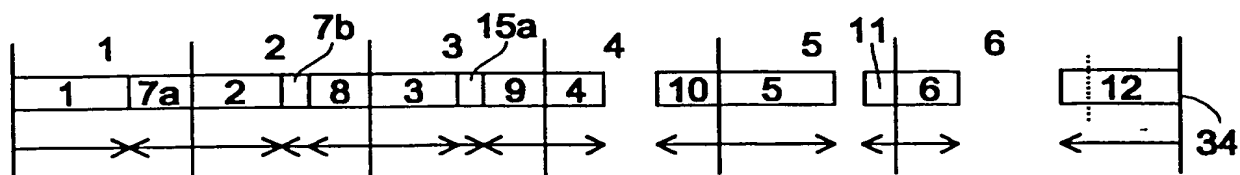


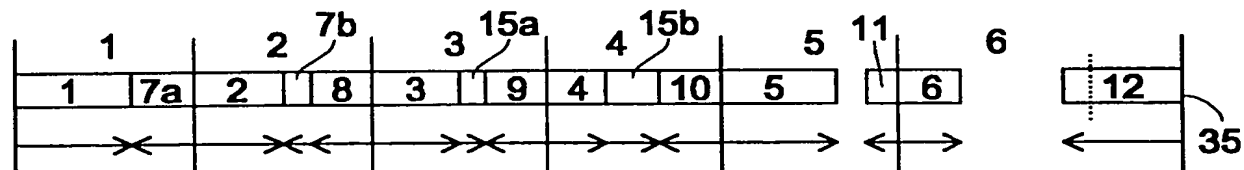
Fig. 3

c) Extracting the code words of the 3rd set

Attempt 1 (13 in 1, 14 in 2, 15 in 3) : storing 13, 14, 15b

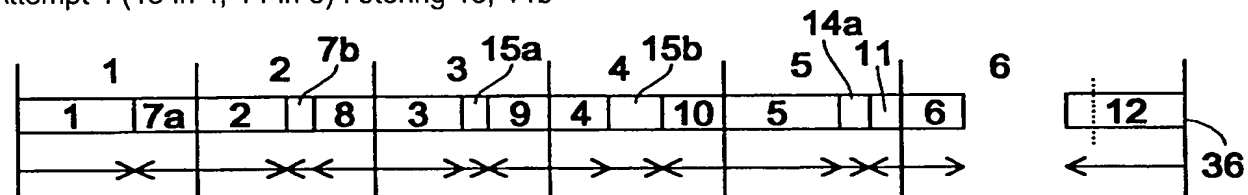


Attempt 2 (13 in 2, 14 in 3, 15 in 4) : storing 13,14

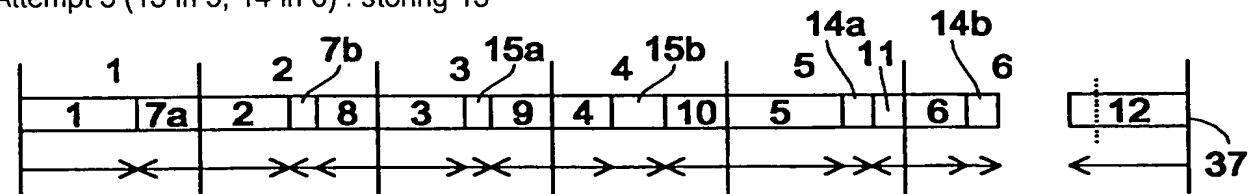


Attempt 3 (13 in 3, 14 in 4) : storing 13,14

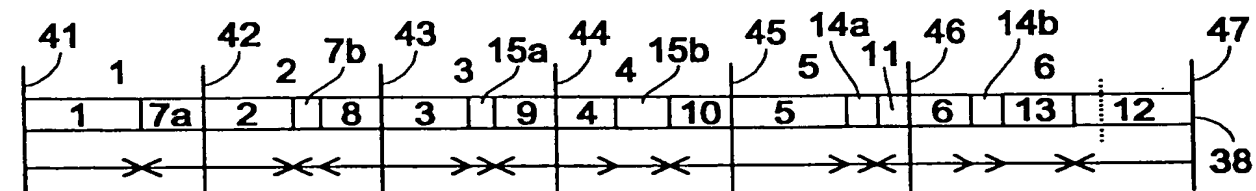
Attempt 4 (13 in 4, 14 in 5) : storing 13, 14b



Attempt 5 (13 in 5, 14 in 6) : storing 13

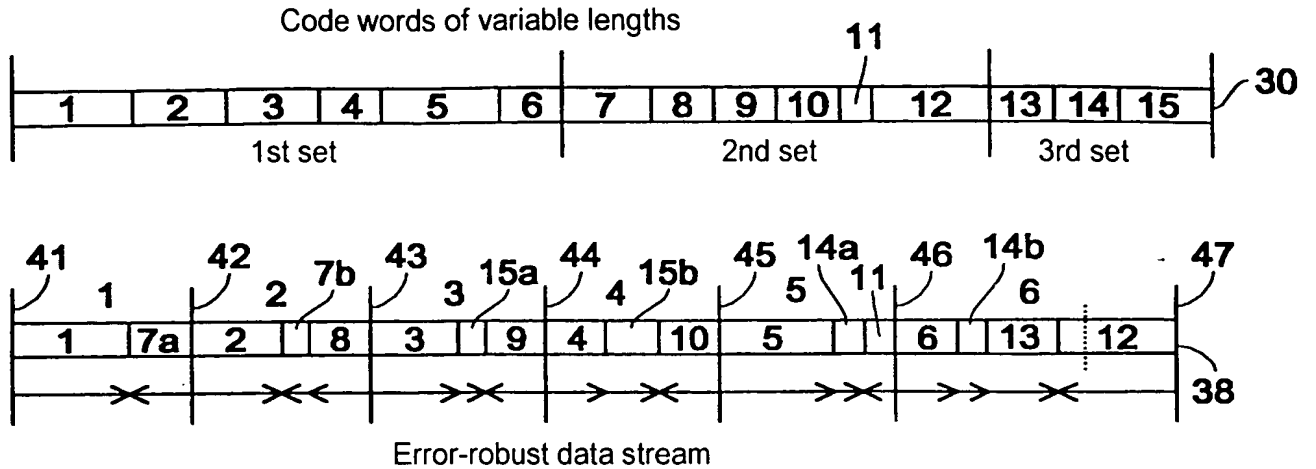


Attempt 6 (13 in 6)

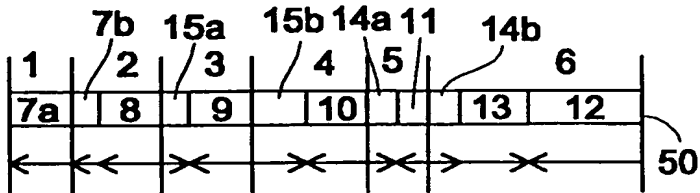


Error-robust data stream

Fig. 3

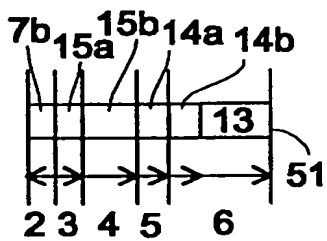


a) Extracting the code words of the first set



b) Extracting the code words of the second set

Attempt 1 (searching 7 in 1, 8 in 2, 9 in 3, 10 in 4, 11 in 5, 12 in 6)



Attempt 2 (searching 7 in 2)

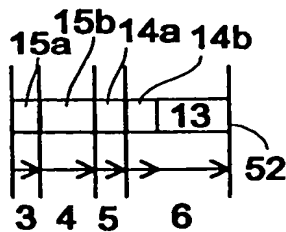
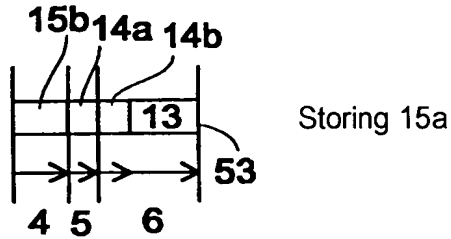


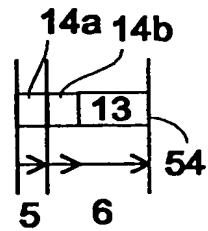
Fig. 4

c) Extracting the code words of the 3rd set

Attempt 1 (searching 13 in 1, 14 in 2, 15 in 3)

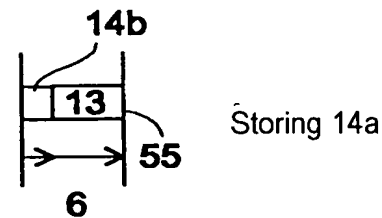


Attempt 2 (searching 13 in 2, 14 in 3, 15 in 4)

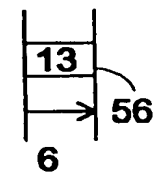


Attempt 3 (searching 13 in 3, 14 in 4)

Attempt 4 (searching 13 in 4, 14 in 5)



Attempt 5 (searching 13 in 5, 14 in 6)



Attempt 6 (searching 13 in 6)

Fig. 4

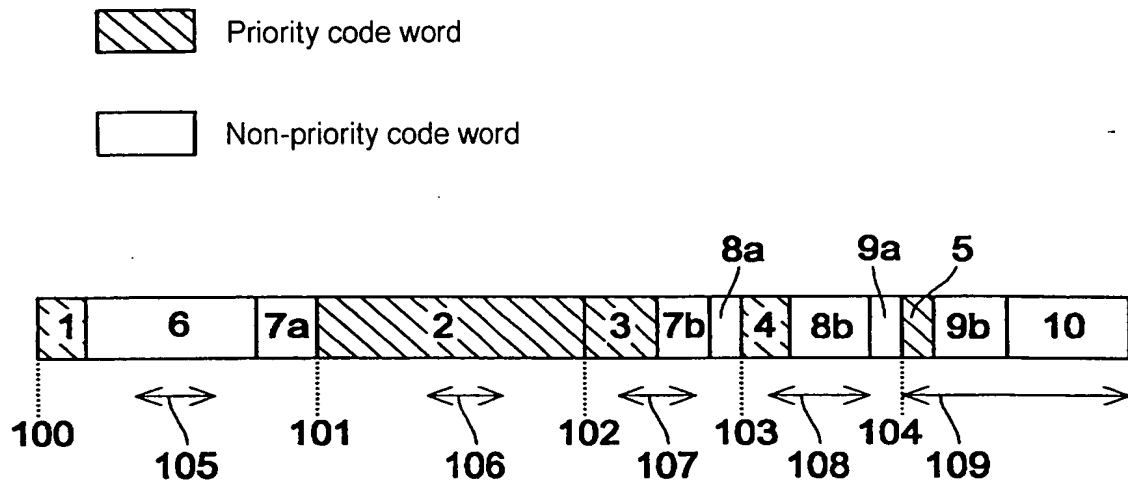


Fig. 5 (Prior art)

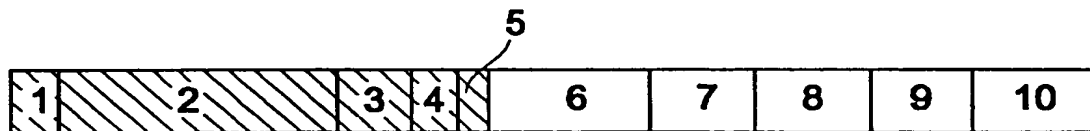


Fig. 6 (Prior art)

PATENTANWÄLTE

European Patent Attorneys
European Trademark Attorneys

Fritz Schoppe, Dipl.-Ing.
Tankred Zimmermann, Dipl.-Ing.
Ferdinand Stöckeler, Dipl.-Ing.

Telefon/Telephone 089/790445-0
Telefax/Facsimile 089/790 22 15
Telefax/Facsimile 089/74996977
e-mail: 01345.3117@CompuServe.com

Patentanwälte · Postfach 710867 · 81458 München

**Fraunhofer-Gesellschaft
zur Förderung der
angewandten Forschung e. V.
Leonrodstraße 54
80636 München
DE**

**Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen eines Datenstroms aus
Codeworten variabler Länge und Verfahren und Vorrichtung zum
Lesen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge**

Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge und Verfahren und Vorrichtung zum Lesen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Codieren mit Codeworten variabler Länge und insbesondere auf das Erzeugen und Lesen von Datenströmen mit Codeworten variabler Länge, die gegen Fehler bei der Übertragung robust sind.

Moderne Audiocodierverfahren bzw. -decodierverfahren, die beispielsweise nach dem Standard MPEG-Layer 3 arbeiten, sind in der Lage, die Datenrate von Audiosignalen beispielsweise um einen Faktor 12 zu komprimieren, ohne die Qualität derselben merkbar zu verschlechtern. Um eine derartig hohe Datenratenreduktion zu erreichen, wird ein Audiosignal abgetastet, wodurch eine Folge von zeitdiskreten Abtastwerten erhalten wird. Wie es in der Technik bekannt ist, wird diese Folge von zeitdiskreten Abtastwerten mittels geeigneter Fensterfunktionen gefenstert, um gefensterte Blöcke von zeitlichen Abtastwerten zu erhalten. Ein Block zeitlich gefensterter Abtastwerte wird dann mittels einer Filterbank, einer modifizierten diskreten Cosinustransformation (MDCT) oder einer anderen geeigneten Einrichtung in den Frequenzbereich transformiert, um Spektralwerte zu erhalten, die insgesamt das Audiosignal, d. h. den zeitlichen Ausschnitt, der durch den Block von zeitdiskreten Abtastwerten gegeben ist, im Frequenzbereich darstellen. Üblicherweise werden sich zu 50% überlappende zeitliche Blöcke erzeugt und mittels einer MDCT in den Frequenzbereich transformiert, wodurch aufgrund der speziellen Eigenschaften der MDCT immer beispielsweise 1024 zeitdiskrete Abtastwerte zu 1024 Spektralwerten führen.

Es ist bekannt, daß die Aufnahmefähigkeit des menschlichen Ohrs vom Augenblicksspektrum des Audiosignals selbst abhängt. Diese Abhängigkeit ist in dem sog. psychoakustischen

Modell erfaßt, mittels dem es seit längerem möglich ist, abhängig vom augenblicklichen Spektrum Maskierungsschwellen zu berechnen. Maskierung bedeutet, daß ein bestimmter Ton bzw. Spektralanteil verdeckt wird, wenn beispielsweise ein benachbarter Spektralbereich eine relativ hohe Energie besitzt. Diese Tatsache der Maskierung wird ausgenutzt, um die nach der Transformation vorhandenen Spektralwerte möglichst grob zu quantisieren. Es wird daher angestrebt, einerseits hörbare Störungen im wieder decodierten Audiosignal zu vermeiden und andererseits möglichst wenig Bits zu verwenden, um das Audiosignal zu codieren bzw. hier zu quantisieren. Die durch die Quantisierung eingeführten Störungen, d. h. das Quantisierungsrauschen, soll unter der Maskierungsschwelle liegen und somit unhörbar sein. Gemäß bekannter Verfahren wird daher eine Einteilung der Spektralwerte in sog. Skalenfaktorbänder durchgeführt, die den Frequenzgruppen des menschlichen Ohrs entsprechen sollten. Spektralwerte in einer Skalenfaktorgruppe werden mit einem Skalenfaktor multipliziert, um Spektralwerte eines Skalenfaktorbandes insgesamt zu skalieren. Die durch den Skalenfaktor skalierten Skalenfaktorbänder werden anschließend quantisiert, woraufhin quantisierte Spektralwerte entstehen. Selbstverständlich ist eine Gruppierung in Skalenfaktorbänder nicht entscheidend. Sie wird jedoch bei den Standards MPEG-Layer 3 bzw. bei dem Standard MPEG-2 AAC (AAC = Advanced Audio Coding) verwendet.

Ein sehr wesentlicher Aspekt der Datenreduzierung besteht in der nach dem Quantisieren folgenden Entropie-Codierung der quantisierten Spektralwerte. Für die Entropiecodierung wird üblicherweise eine Huffman-Codierung verwendet. Unter einer Huffman-Codierung versteht man eine Codierung mit variabler Länge, d. h. die Länge des Codeworts für einen zu codierenden Wert ist abhängig von dessen Auftrittswahrscheinlichkeit. Logischerweise ordnet man dem wahrscheinlichsten Zeichen den kürzesten Code, d. h. das kürzeste Codewort, zu, so daß mit der Huffman-Codierung eine sehr gute Redundanzreduktion erreicht werden kann. Ein Beispiel für eine all-

seits bekannte Codierung mit allgemeiner Länge ist das Morse-Alphabet.

In der Audiocodierung werden Huffman-Codes zur Codierung der quantisierten Spektralwerte benutzt. Ein moderner Audio-Coder, der beispielsweise nach dem Standard MPEG-2 AAC arbeitet, verwendet zur Codierung der quantisierten Spektralwerte verschiedene Huffman-Codetabellen, die dem Spektrum nach bestimmten Kriterien abschnittsweise zugeordnet werden. Dabei werden immer 2 oder 4 Spektralwerte in einem Codewort gemeinsam codiert.

Ein Unterschied des Verfahrens nach MPEG-2 AAC gegenüber dem Verfahren MPEG-Layer 3 besteht nun darin, daß verschiedene Skalenfaktorbänder, d. h. verschiedene Spektralwerte, zu beliebig vielen Spektralabschnitten oder "Sections" gruppiert werden. Bei AAC umfaßt ein Spektralabschnitt oder eine "Section" umfaßt zumindest vier Spektralwerte aber vorzugsweise mehr als vier Spektralwerte. Der gesamte Frequenzbereich der Spektralwerte wird daher in benachbarte Sections aufgeteilt, wobei eine Section ein Frequenzband darstellt, derart, daß alle Sections zusammen den gesamten Frequenzbereich, der durch die Spektralwerte nach der Transformation derselben überdeckt wird, umfassen.

Einem Abschnitt wird nun ebenso wie beim MPEG-Layer-3-Verfahren zum Erreichen einer maximalen Redundanzreduktion eine sog. Huffman Tabelle aus einer Mehrzahl derartiger Tabellen zugeordnet. Im Bitstrom des AAC-Verfahrens, welches üblicherweise 1024 Spektralwerte aufweist, befinden sich nun die Huffman-Codewörter für die Spektralwerte in aufsteigender Frequenzreihenfolge. Die Information über die in jedem Frequenzabschnitt verwendete Tabelle wird in den Seiteninformationen übertragen. Diese Situation ist in Fig. 6 dargestellt.

Fig. 6 stellt den beispielhaften Fall dar, bei dem der Bitstrom 10 Huffman-Codeworte umfaßt. Wenn immer aus einem

Spektralwert ein Codewort gebildet wird, so können hier 10 Spektralwerte codiert sein. Üblicherweise werden jedoch immer 2 oder 4 Spektralwerte durch ein Codewort gemeinsam codiert, weshalb Fig. 6 einen Teil des codierten Bitstroms darstellt, der 20 bzw. 40 Spektralwerte umfaßt. In dem Fall, in dem jedes Huffman-Codewort 2 Spektralwerte umfaßt, stellt das mit der Nr. 1 bezeichnete Codewort die ersten 2 Spektralwerte dar, wobei die Länge des Codeworts Nr. 1 relativ klein ist, was bedeutet, daß die Werte der beiden ersten Spektralwerte, d. h. der beiden niedrigsten Frequenzkoeffizienten, relativ häufig auftreten. Das Codewort mit der Nr. 2 hingegen besitzt eine relativ große Länge, was bedeutet, daß die Beträge des 3. und 4. Spektralkoeffizienten im codierten Audiosignal relativ selten sind, weshalb dieselben mit einer relativ großen Bitmenge codiert werden. Aus Fig. 6 ist ferner ersichtlich, daß die Codewörter mit den Nr. 3, 4 und 5, die die Spektralkoeffizienten 5 und 6, bzw. 7 und 8 bzw. 9 und 10 darstellen, ebenfalls relativ häufig auftreten, da die Länge der einzelnen Codewörter relativ gering ist. Ähnliches gilt für die Codewörter mit den Nr. 6 - 10.

Wie es bereits erwähnt wurde, ist es aus Fig. 6 deutlich ersichtlich, daß die Huffman-Codewörter für die codierten Spektralwerte bezüglich der Frequenz linear ansteigend im Bitstrom angeordnet sind, wenn ein Bitstrom betrachtet wird, der durch eine bekannte Codiervorrichtung erzeugt wird.

Ein großer Nachteil von Huffman-Codes im Falle fehlerbehafteter Kanäle ist die Fehlerfortpflanzung. Es sei beispielsweise angenommen, daß das Codewort Nr. 2 in Fig. 6 gestört ist. Mit einer gewissen nicht niedrigen Wahrscheinlichkeit ist dann auch die Länge dieses falschen Codeworts Nr. 2 verändert. Dieselbe unterscheidet sich somit von der richtigen Länge. Wenn im Beispiel von Fig. 6 das Codewort Nr. 2 bezüglich seiner Länge durch eine Störung verändert worden ist, ist es für einen Codierer nicht mehr möglich, die Anfänge der Codewörter 3 - 10, d. h. fast des gesamten dargestellten Audiosignals, zu bestimmen. Es können also auch

alle anderen Codewörter nach dem gestörten Codewort nicht mehr richtig decodiert werden, da nicht bekannt ist, wo diese Codewörter beginnen, und da ein falscher Startpunkt aufgrund des Fehlers gewählt wurde.

Das europäische Patent Nr. 0612156 schlägt als Lösung für das Problem der Fehlerfortpflanzung vor, einen Teil der Codewörter variabler Länge in einem Raster anzuordnen, und die restlichen Codewörter in die verbleibenden Lücken zu verteilen, so daß ohne vollständige Decodierung oder bei fehlerhafter Übertragung der Anfang eines an einem Rasterpunkte angeordneten Codeworts leichter gefunden werden kann.

Das bekannte Verfahren schafft für die Fehlerfortpflanzung zwar eine teilweise Abhilfe durch Umsortierung der Codewörter. Für manche Codewörter wird ein fester Platz im Bitstrom vereinbart, während für die restlichen Codewörter die verbleibenden Zwischenräume zur Verfügung stehen. Dies kostet keine zusätzlichen Bits, verhindert aber im Fehlerfall die Fehlerfortpflanzung unter den umsortierten Codewörtern.

Entscheidender Parameter für die Effizienz des bekannten Verfahrens ist jedoch, wie das Raster in der praktischen Anwendung bestimmt wird, d. h. wie viele Rasterpunkte verwendet werden müssen, welchen Rasterabstand die Rasterpunkte haben, usw. Das europäische Patent 0612156 liefert jedoch neben dem allgemeinen Hinweis, ein Raster zur Eindämmung der Fehlerfortpflanzung zu verwenden, keine näheren Hinweise darauf, wie das Raster effizient gestaltet werden soll, um einerseits eine fehlerrobuste Codierung und andererseits auch eine effiziente Codierung zu ermöglichen.

Die deutsche Patentanmeldung 19747119.6-31, die nach dem Anmeldetag der vorliegenden Anmeldung veröffentlicht wird, schlägt vor, nicht nur irgendwelche Codeworte an Rasterpunkten anzuordnen, sondern psychoakustisch bedeutsame Codeworte, d. h. Codeworte für Spektralwerte, die einen

bedeutsamen Beitrag zum Audiosignal liefern, an Rasterpunkten anzuordnen. Ein Datenstrom mit Codeworten variabler Länge, wie er von einem solchen Codierer erzeugt wird, ist in Fig. 5 gezeigt. Der Datenstrom umfaßt ebenfalls wie in Fig. 6 10 Codeworte, wobei die Prioritätscodeworte schraffiert sind. Das erste Prioritätscodewort ist an einem ersten Rasterpunkt 100 beginnend angeordnet, das zweite Prioritätscodewort ist an einem zweiten Rasterpunkt 101 beginnend angeordnet, das dritte Prioritätscodewort ist an einem dritten Rasterpunkt 102 beginnend angeordnet, das vierte Prioritätscodewort ist an einem vierten Rasterpunkt 103 beginnend angeordnet, und das fünfte Prioritätscodewort ist an einem fünften Rasterpunkt 104 beginnend angeordnet. Durch die Rasterpunkte 100 und 101 ist ein erstes Segment 105 definiert. Auf ähnliche Art und Weise ist ein zweites 106, ein drittes 107, ein viertes 108 und ein Abschlußsegment 109 definiert. In Fig. 5 ist gezeigt, daß die ersten beiden Segmente 105 und 106 eine andere Länge als die beiden Segmente 107 und 108 und wieder eine andere Länge als das Schlußsegment 109 haben. Die Nicht-Prioritätscodeworte 6, 7, 8, 9 und 10 werden an die Prioritätscodeworte anschließend in den Datenstrom eingetragen, derart, daß derselbe gewissermaßen aufgefüllt wird. Wie es in Fig. 5 gezeigt ist, werden bei dem nachveröffentlichten Verfahren die Nicht-Prioritätscodeworte fortlaufend in das Raster eingefügt, nachdem die Prioritätscodeworte geschrieben worden sind. Im einzelnen wird das Nicht-Prioritätscodewort Nr. 6 an das Nicht-Prioritätscodewort 1 anschließend eingetragen. Der dann noch in dem Segment 105 verbleibende Platz wird mit den anschließenden Nicht-Prioritätscodewort 7 aufgefüllt, wobei der Rest des Nicht-Prioritätscodeworts 7, d. h. 7b, in den nächsten freien Platz, d. h. in das Segment 107 direkt an das Prioritätscodewort 3 anschließend geschrieben wird. Entsprechend wird mit den Nicht-Prioritätscodeworten 8 bis 10 verfahren.

Das in Fig. 5 dargestellte nachveröffentlichte Verfahren hat den Vorteil, daß die Prioritätscodeworte 1 bis 5 vor einer

Fehlerfortpflanzung geschützt sind, da ihre Anfangspunkte mit Rasterpunkten zusammenfallen und damit bekannt sind.

Ist nun beispielsweise das Prioritätscodewort 2 bei der Übertragung beschädigt worden, so wird bei dem in Fig. 6 gezeigten Stand der Technik ein Decodierer sehr wahrscheinlich keines der restlichen Codeworte 3 bis 10 mehr korrekt decodieren können. Bei dem in Fig. 5 gezeigten Verfahren fängt jedoch das nächste Codewort, d. h. das Prioritätscodewort 3, an dem Rasterpunkt 102 an, derart, daß der Decodierer auf jeden Fall den korrekten Anfang des Codeworts 3 finden wird. Somit wird bei dem in Fig. 5 gezeigten Verfahren überhaupt kein Folgefehler auftreten, und es wird nur das Prioritätscodewort Nr. 2 beschädigt sein. Dieses Verfahren liefert somit einen effektiven Schutz für Prioritätscodeworte, die an Rasterpunkten angeordnet sind.

Es besteht jedoch kein effektiver Schutz für Nicht-Prioritätscodeworte. Bezugnehmend auf Fig. 5 wird eine Beschädigung des Nicht-Prioritätscodeworts Nr. 6, derart, daß der Decodierer als falsches Codewort Nr. 6 ein um ein Bit kürzeres Codewort annimmt, dazu führen, daß auch das Codewort 7 nicht mehr korrekt decodiert werden kann, da das letzte Bit des korrekten Codeworts Nr. 6 bereits als Anfang des nächsten Codeworts Nr. 7 interpretiert wird. Somit wird ein Fehler im Codewort Nr. 6 dazu führen, daß sehr wahrscheinlich sämtliche daran anschließende Codeworte aufgrund eines Folgefehlers nicht mehr korrekt decodiert werden können, selbst wenn sie nicht durch einen Übertragungsfehler beeinträchtigt worden sind.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Konzept zum Schreiben und Lesen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge zu finden, daß einen besonderen Schutz gegen Folgefehler aufgrund einer nicht idealen Übertragung des Datenstroms liefert.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Erzeugen eines

Datenstroms gemäß Patentanspruch 1, durch ein Verfahren zum Lesen eines Datenstroms gemäß Patentanspruch 15, durch eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Datenstroms gemäß Patentanspruch 20 und eine Vorrichtung zum Lesen eines Datenstroms gemäß Patentanspruch 21 gelöst.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß ein Datenstrom mit Codeworten variabler Länge derart gestaltet werden muß, daß aufeinanderfolgende Codeworte sobald als möglich in dem Datenstrom voneinander entkoppelt werden, derart, daß ein Decodierer aufgrund eines Übertragungsfehlers nicht eine sehr hohe Anzahl von Folgefehlern erzeugt. Dazu werden zu übertragende Codeworte variabler Länge in eine Mehrzahl von Sätzen unterteilt. Der erste Satz könnte Prioritätscodeworte umfassen, während der zweite Satz Nicht-Prioritätscodeworte umfassen könnte. Um auch die Nicht-Prioritätscodeworte gegen Übertragungsfehler zu schützen, werden sie nicht einfach wie im Stand der Technik in das noch freie Raster geschrieben, sondern in die einzelnen Segmente verteilt. Nach einer festen Zuordnung, die einem Empfänger bekannt ist, werden Nicht-Prioritätscodeworte den Segmenten zugeordnet, derart, daß jedes Nicht-Prioritätscodewort, d. h. jedes Codewort aus dem zweiten Satz, einem anderen Segment des Datenstroms zugeordnet ist. Damit dies funktioniert, darf jeder Satz höchstens so viele Codeworte haben wie Segmente für den Datenstrom vorhanden sind. Somit wird zunächst der erste Satz von Codeworten in das Raster geschrieben, derart, daß jedes Codewort des ersten Satzes an einem Rasterpunkt beginnt. Anschließend wird versucht, jedes Codewort des zweiten Satzes in den Datenstrom zu schreiben, derart, daß jedes Codewort des zweiten Satzes in einem anderen Segment angeordnet ist. Durch diese Zuordnung, d. h. jedes Codewort des zweiten Satzes wird in ein anderes Segment geschrieben, wird ein Decodierer nicht mehr einfach die Codeworte des zweiten Satzes nacheinander decodieren, sondern für jedes Codewort des zweiten Satzes im Raster zu dem entsprechenden Segment gehen, um das entsprechende Codewort des zweiten Satzes dann aus diesem Segment zu extrahieren.

Ist ein Segment bereits nach dem Schreiben des Codeworts des ersten Satzes in dieses Segment so voll, daß das diesem Segment zugeordnete Codewort des zweiten Satzes nur teilweise oder gar keinen Platz mehr hat, so wird der Teil des Codeworts des zweiten Satzes, der noch Platz hat, in das zugeordnete Segment geschrieben und der Rest gespeichert. Hat das Codewort überhaupt keinen Platz, so wird das gesamte Codewort gespeichert, bis die Zuordnung jedes Codeworts des zweiten Satzes versucht worden ist. Erst dann wird ein zweiter Versuch unternommen, um die gespeicherten Teile bzw. die gespeicherten kompletten Codeworte des zweiten Satzes nach einer vorbestimmten Vorschrift an noch freie Segmentabschnitte zu schreiben.

Ist das Raster derart gestaltet, daß Codeworte des ersten Satzes existieren, die länger als die Segmentlänge sind, so kann das selbe Verfahren bereits für das Schreiben des ersten Satzes von Codeworten angewendet werden.

Ein Decodierer geht dann, wenn er die an Rasterpunkten beginnenden Codeworte des ersten Satzes aus dem Datenstrom extrahiert hat, zum Extrahieren der Codeworte des zweiten Satzes über. Findet ein Decodierer nur einen Teil eines Codewortes des zweiten Satzes von Codeworten, so wird dieser Teil gespeichert und es wird damit fortgefahren, in einem anderen Segment nach dem nächsten Codewort des zweiten Satzes zu suchen. Erst wenn alle Segmente in einem solchen ersten Versuch durchsucht worden sind, wird noch in einem zweiten bzw. einem weiteren Versuch der fehlende Teil eines Codeworts des zweiten Satzes ermittelt bzw. überhaupt ein Codewort des zweiten Satzes ermittelt, dessen zugeordnetes Segment bereits durch das Codewort des ersten Satzes vollständig belegt war.

Damit wird beziehend auf Fig. 5 ein Fehler im Codewort Nr. 6 nicht mehr zu einem Fehler im Codewort Nr. 7 führen, da das Codewort Nr. 7 in einem anderen Segment als dem

Segment 105 beginnen würde und sich an das Codewort Nr. 6 ein vollständig anderes nicht zu dem selben benachbartes Codewort anschließen würde.

Zur weiteren Veranschaulichung sei ein einfaches Beispiel betrachtet. Es wird von zwei Codeworten im ersten Satz und von zwei Codeworten im zweiten Satz, also von insgesamt 4 Codeworten variabler Länge ausgegangen. Ferner wird zum Vergleich mit dem Stand der Technik angenommen, daß die Codeworte 1 und 3 zusammen so lang sind, daß sie in das erste Segment passen, und daß die Codeworte 2 und 4 zusammen so lang sind, daß sie komplett in das zweite Segment passen. In diesem Fall würde eine Vorrichtung gemäß dem Stand der Technik denselben Datenstrom schreiben wie eine Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung gemäß dem Stand der Technik würde zunächst die Prioritätscodeworte 1 und 2 an die beiden Rasterpunkte schreiben und dann das Codewort Nr. 3 an das Codewort Nr. 1 anschließend schreiben und das Codewort Nr. 4 an den nächsten freien Platz im Raster, also an das Codewort Nr. 2 anschließend schreiben. Lediglich zufällig steht somit das Codewort Nr. 4 nicht mehr (zumindest teilweise) im ersten Segment sondern vollständig im zweiten Segment.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung wird zunächst die Codeworte des ersten Satzes an die entsprechenden Rasterpunkte schreiben und dann das erste Codewort des zweiten Satzes in das erste Segment schreiben und das Codewort des zweiten Satzes in das zweite Segment schreiben, und zwar unabhängig davon, ob im ersten Segment noch Platz ist oder nicht. Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird somit auf jeden Fall versuchen, jedes Codewort des zweiten Satzes in ein anderes Segment zu schreiben.

Obwohl die beiden Datenströme zufällig identisch aussehen, ergibt sich doch ein wesentlicher Unterschied für den Empfänger, der die Codeworte variabler Länge wieder aus dem Datenstrom extrahiert, um sie wieder in ihre für einen De-

codierer benötigte Reihenfolge zu bringen. Im Stand der Technik wird eine Vorrichtung zum Extrahieren zunächst das Codewort Nr. 1 am ersten Rasterpunkt und das Codewort Nr. 2 am zweiten Rasterpunkt lesen, um die Codeworte des ersten Satzes zu erhalten. Dann wird eine Vorrichtung gemäß dem Stand der Technik an den Beginn des verbleibenden Datenstroms gehen und dort das Codewort Nr. 3 lesen und darin anschließend das Codewort Nr. 4 lesen.

Eine Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung wird nach dem Lesen der Codeworte 1 und 2 des ersten Satzes ebenfalls an den Beginn des verbleibenden Datenstroms gehen und dort das Codewort Nr. 3 lesen. Dann wird die erfindungsgemäße Vorrichtung jedoch in das nächste Segment springen, um dort den Beginn des vierten Codeworts, d. h. des zweiten Codeworts des zweiten Satzes, zu finden.

Im nachfolgenden wird nun angenommen, daß das Codewort Nr. 3, d. h. das erste Codewort des zweiten Satzes, das in dem fiktiven Datenstrom hinter das erste Codewort des ersten Satzes geschrieben wurde, derart gestört worden ist, daß ein Decodierer dasselbe als ein kürzeres Codewort interpretieren wird, als es tatsächlich ist. In diesem Fall wird die bekannte Vorrichtung zum Lesen des Datenstroms Codewort Nr. 3 lesen und aufgrund des Übertragungsfehlers zu früh aufhören und das bzw. die restlichen Bits, die eigentlich zu dem Codewort Nr. 3 gehörten, bereits als Beginn des Codeworts Nr. 4 werten. Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird jedoch nach Abschluß des Codeworts Nr. 3 ins nächste Segment springen und somit korrekt den Anfang des Codeworts Nr. 4 ermitteln.

Anhand dieses einfachen Beispiels ist deutlich der wesentliche Vorteil der vorliegenden Erfindung zu sehen, derart, daß sie aufgrund der Aufteilung der Codeworte des zweiten Satzes in die einzelnen Segmente Folgefehler auch in Codeworten des zweiten Satzes, die beispielsweise Nicht-Prioritätscodeworte sein könnten, verhindert. Im Stand der Tech-

nik treten dagegen Folgefehler auf, wie es bezugnehmend auf Fig. 5 beschrieben wurde, obwohl die Datenströme aus Codeworten variabler Länge, die durch den Stand der Technik und durch die vorliegende Erfindung erzeugt werden, zufällig identisch sein könnten.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen detailliert erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Erzeugen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge;

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Lesen eines Datenstroms mit Codeworten variabler Länge;

Fig. 3 ein Verfahrensablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand von drei Sätzen von Codeworten variabler Länge;

Fig. 4 ein Verfahrensablaufdiagramm zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Lesen eines Datenstroms, der gemäß Fig. 3 erzeugt worden ist;

Fig. 5 ein Datenstrom, der durch eine bekannte Vorrichtung erzeugt wird, bei dem die Prioritätscodeworte einer Fehlerfortpflanzung ausgesetzt sind; und

Fig. 6 ein Datenstrom, bei dem eine Sortierung in Prioritätscodeworte und Nicht-Prioritätscodeworte durchgeführt ist.

Bevor auf Fig. 1 näher eingegangen wird, sei angemerkt, daß eine Codierung mit Codeworten variabler Länge in der Technik auch als Entropie-Codierung bezeichnet wird. Ein Vertreter der Entropie-Codierung ist die sogenannte Huffman-Codierung. Prinzipiell werden bei der Huffman-Codierung die zu codierenden Informationssymbole statistisch untersucht, um für

die Informationssymbole, die häufiger auftreten, kürzere Codeworte zu bestimmen als für Informationssymbole, die weniger häufig auftreten. Bei einem vollständigen Huffman-Code sind sämtliche Codeworte abgeschlossene Enden oder Zweige eines Codebaums. Ein Huffman-Decodierer liest einen Datenstrom mit Huffman-Codeworten beispielsweise seriell ein und springt anschaulich gesprochen mit jedem Bit, das er zusätzlich einliest, zu einer Verzweigung des festgelegten Codebaums, bis er nach einer bestimmten Anzahl von Sprüngen, die der Anzahl von Bits des Codeworts, d. h. der Länge des Codeworts, entspricht, an einem Zweigende ankommt, das keine weitere Verzweigung aufweist, und somit ein Codewort ist. Dann weiß der Decodierer, daß mit dem nächsten Bit ein neues Codewort beginnt. Dieses Verfahren wird so oft wiederholt, bis der Datenstrom vollständig eingelesen ist. Mit jedem Mal, zu dem der Huffman-Codierer wieder an den Anfangspunkt, d. h. die Wurzel des Baumes zurückspringt, liegt an seinem Ausgangspunkt ein Codewort vor. Da die Länge der Codeworte implizit durch die Codeworte selbst bzw. durch den im Codierer und im Decodierer bekannten Codebaum gegeben ist, ist zu sehen, daß eine Störung im Datenstrom, die zu einer Umkehrung eines Bits führt, den Decodierer in dem Codebaum gewissermaßen irreführt, derart, daß er zu einem anderen Codewort, d. h. einem falschen Codewort, gelangt, das sehr wahrscheinlich eine andere Länge hat als das richtige Codewort. In diesem Fall wird der Decodierer, wenn er an dem falschen Codewort angelangt ist, wieder zurückspringen und aufgrund der dann folgenden Bits wieder von Verzweigungspunkt zu Verzweigungspunkt in dem Codebaum laufen. Der Decodierer hat jedoch keine Möglichkeit, einen Folgefehler zu vermeiden, es sei denn, daß er zufällig wieder auf die "richtige Spur" kommt.

Daher müssen für eine fehlerrobuste Übertragung Fehlersicherungen unternommen werden, wie sie die vorliegende Erfindung vorsieht. Die Vorrichtung zum Erzeugen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge gemäß der vorliegenden Erfindung könnte daher gewissermaßen als Sende- oder Ausgangsstufe

eines Huffman-Codierers fungieren, während die Vorrichtung zum Lesen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge als Empfangs- bzw. Eingangsstufe eines Huffman-Decodierers wirken könnte. Daraus ist jedoch zu sehen, daß die vorliegende Erfindung nicht nur auf Huffman-Codierer anwendbar ist, sondern auf jeglichen Code mit Codeworten variabler Länge, der für Folgefehler anfällig ist.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 10 zum Erzeugen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge, die einen Eingang 12 und einen Ausgang 14 aufweist. An dem Eingang 12 liegen die Codeworte variabler Länge an, während an dem Ausgang 14 der fehlerrobuste Datenstrom ausgegeben wird. Die Codeworte variabler Länge am Eingang 12 der Vorrichtung 10 sind bevorzugterweise bereits vorsortiert, derart, daß Prioritätscodeworte in einem ersten Satz sind, weniger wichtige Codeworte in einem zweiten Satz sind, wieder weniger wichtige Codeworte in einem dritten Satz sind etc.

Die Codeworte variabler Länge werden in eine Einrichtung 16 zum Schreiben der Codeworte des ersten Satzes in den Datenstrom, derart, daß die Codeworte des ersten Satzes jeweils an Rasterpunkten beginnen, eingegeben.

Die Codeworte variabler Länge werden ferner in eine Einrichtung 18 zum Schreiben der Codeworte des zweiten Satzes in den Datenstrom eingegeben, wobei jedem Codewort des zweiten Satzes ein unterschiedliches Segment zugeordnet ist. Der Datenstrom zwischen den beiden Einrichtungen 16 und 18 ist somit ein Datenstrom, bei dem lediglich sämtliche Codeworte des ersten Satzes an Rasterpunkten eingetragen sind. Bestehen die Codeworte variabler Länge lediglich aus zwei Sätzen von Codeworten, so liegt am Ausgang der Einrichtung 18 bereits der fehlerrobuste Datenstrom vor. Existieren mehr als zwei Sätze von Codeworten variabler Länge, so existieren weitere Einrichtungen zum Schreiben der Codeworte des entsprechenden Satzes in den Datenstrom, was durch das Bezugszeichen 20 symbolisch dargestellt ist.

Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 22 zum Lesen des an dem Ausgang 14 (Fig. 1) ausgegebenen fehlerrobusten Datenstroms, die einen Eingang 24 und einen Ausgang 26 aufweist. An dem Eingang 24 wird der fehlerrobuste Datenstrom eingegeben, um an dem Ausgang 26 Codeworte variabler Länge auszugeben, deren Reihenfolge der Reihenfolge entspricht die an dem Eingang 12 (Fig. 1) vorgelegen hat. Die Vorrichtung 22 zum Lesen des Datenstroms umfaßt eine Einrichtung 28 zum Extrahieren der Codeworte des ersten Satzes durch Springen zu den Rasterpunkten, eine nachgeschaltete Einrichtung 30 zum Extrahieren der Codeworte des zweiten Satzes durch Springen zu den Rasterpunkten des verbleibenden Datenstroms sowie gegebenenfalls weitere Einrichtungen 32 zum Extrahieren von Codeworten entsprechend der weiteren Sätze, falls solche vorhanden sind.

Bevor anhand von Fig. 3 das durch die Vorrichtung 10 (Fig. 1) ausgeführte Verfahren anhand eines Beispiels detailliert ausgeführt wird, wird zunächst eine Zusammenfassung des Verfahrens gegeben. So werden die verfügbaren Codeworte in eine Mehrzahl von Sätzen aufgeteilt. Jeder Satz mit Ausnahme des letzten umfaßt soviele Codeworte wie Segmente verfügbar sind. Im günstigsten Fall enthält ein Satz so viele Codeworte wie Segmente vorhanden sind, ein Satz kann aber auch mehr oder weniger enthalten, wie es für den letzten Satz nahezu zwangsläufig der Fall sein wird, da von einer vorbestimmten Anzahl von Codeworten variabler Länge ausgegangen werden muß. Sind M Segmente vorhanden und hat ein Satz N Codeworte, so entspricht die Anzahl der Codeworte, die an Rasterpunkte geschrieben werden, dem Minimum aus M und N, während die Anzahl der Versuche, die N Codeworte in dem Raster erfindungsgemäß unterzubringen, dem Maximum aus M und N entspricht.

Der erste Satz enthält vorzugsweise die wichtigsten Codeworte, d. h. die Prioritätscodeworte, die Informationssymbole darstellen, die im Vergleich zu den anderen Informationssymbolen bedeutsamer sind. Die folgenden Sätze enthalten weni-

ger wichtige Codeworte in der Reihenfolge, wie sie durch einen Vorsortieralgorithmus geliefert wird, der vorzugsweise auch die Einteilung in Prioritätscodeworte und Nicht-Prioritätscodeworte durchführt. Diese Sätze werden durch die Einrichtung 10 aufeinanderfolgend geschrieben. Das Schreiben eines Satzes dürfte mehrere Versuche benötigen. Im ersten Versuch wird das erste Codewort des aktuellen Satzes in das erste Segment geschrieben und so weiter, bis das letzte Codewort des gegenwärtigen Satzes in das letzte Segment geschrieben wird. Selbstverständlich könnte auch mit dem zweiten, mit dem dritten oder mit irgendeinem anderen Segment begonnen werden und dann nach einer bestimmten festgelegten Vorschrift jedes Segment beschrieben werden.

Wenn ein Codewort nicht in ein Segment paßt, wird der restliche Teil dieses Codeworts gespeichert. Im zweiten Versuch wird der restliche Teil des ersten Codeworts, falls vorhanden, in vorzugsweise das zweite Segment geschrieben usw., bis der restliche Teil des letzten Codeworts vorzugsweise in das erste Segment geschrieben wird. Ein solcher Algorithmus kann auch als Modulo-Verschiebung bezeichnet werden. Selbstverständlich ist die vorbestimmte Vorschrift, ob ein Rest eines Codeworts im nächsten Durchgang, d. h. im nächsten Versuch, in das darauffolgende Segment, in das übernächste Segment usw. geschrieben wird, beliebig.

Wenn ein Satz vollständig geschrieben ist, beginnt das Schreiben des nächsten Satzes. Um gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung Fortpflanzungsfehler noch stärker zu unterbinden, wird die Schreibrichtung innerhalb des Segments von Satz zu Satz verändert. Codeworte des ersten Satzes werden z.B. von links nach rechts geschrieben, während Codeworte des zweiten Satzes von rechts nach links geschrieben werden usw. Somit wird auch gemäß diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel mit der vorliegenden Erfindung die zweite Seite eines Rasterpunktes für eine gewissermaßen absolute Fehlersicherung ausgenutzt.

Die Verwendung des im vorhergehenden kurz zusammengefaßten Schemas kann die Anzahl von Fehlerausbreitungsmöglichkeiten für ein bestimmtes Codewort sehr stark reduzieren. Da die Sätze aufeinanderfolgend geschrieben werden und da jedes Codewort eines Satzes einem bestimmten Segment zugeordnet ist und auch in das Segment geschrieben wird, falls noch Platz in diesem Segment ist, ist keine Fehlerausbreitungsmöglichkeit von einem Codewort innerhalb eines Satzes zum nächsten Codewort innerhalb des Satzes möglich, da ein Decodierer beim Decodieren immer von Segment zu Segment springt und nicht wie beim Stand der Technik den Beginn eines Codeworts dort annimmt, wo das vorausgehende endete. Für den Fall, daß ein Codewort nur teilweise in dieses Segment geschrieben wird, da der vorhandene Platz nicht mehr reicht, um das Codewort vollständig einzutragen, wird die Möglichkeit der Fehlerausbreitung zumindest reduziert.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird die Segmentbreite derart gewählt, daß die Prioritätscodeworte vollständig in die Segmente passen. Daher benötigt das Schreiben des ersten Satzes nur einen Versuch. Dies ist jedoch beliebig. Da generell eine hohe Anzahl von Rasterpunkten für einen Datenstrom, d. h. eine möglichst kleine Segmentlänge angestrebt wird, dürfte auch der Fall aufkommen, daß auch Codeworte des ersten Satzes länger als die Segmentlänge sind. Dieser Fall würde jedoch ebenfalls wie das Schreiben des zweiten Satzes, d. h. ebenfalls nach einer vorbestimmten Vorschrift, die sowohl dem Codierer als auch dem Decodierer bekannt sein müssen, behandelt werden.

In Fig. 3 ist anhand eines Beispiels das erfindungsgemäße Verfahren zum Schreiben von Codeworten variabler Länge dargestellt. Im Beispiel existieren 15 Codeworte variabler Länge 30, die vorzugsweise in einen ersten Satz mit 6 Codeworten 1 bis 6, in einen zweiten Satz mit ebenfalls 6 Codeworten 7 bis 12 und in einen dritten Satz mit den restlichen 3 Codeworten 13 bis 15 aufgeteilt sind. Wie es in Fig. 3 ge-

zeigt ist, haben die Codeworte 30 variable Längen.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist die Segmentlänge, d. h. die Länge eines Segments, größer als die Länge des längsten Codeworts des ersten Satzes. Die Codeworte des ersten Satzes werden an Rasterpunkten 41 bis 46 angeordnet, wobei für das letzte Segment Nr. 6 ein Rasterpunkt gestrichelt angedeutet ist, der jedoch nicht verwendet wird, da das Ende 47 des Datenstroms gewissermaßen ebenfalls als Rasterpunkt angesehen werden kann und der gestrichelt angedeutete Rasterpunkt somit überflüssig ist. Das erste Segment Nr. 6 ist daher länger als die anderen Segmente, was für die vorliegende Erfindung jedoch völlig unerheblich ist. Die Segmente können allgemein gesagt beliebige Längen haben, die sich innerhalb des Datenstroms ändern, wobei jedoch die aktuelle Länge eines Segments selbstverständlich dem Decodierer bekannt sein muß, damit die erfindungsgemäßen Vorteile genutzt werden können.

Zunächst werden in einem Schritt a) die Codeworte des ersten Satzes in den Datenstrom geschrieben, woraus sich ein mit 31 bezeichneter bruchstückhafter Datenstrom ergibt, bei dem die Codeworte des ersten Satzes von links nach rechts in ein jeweiliges Segment geschrieben werden, wie es durch Pfeile 48 angedeutet ist, die in der gesamten Fig. 3 die Schreibrichtung symbolisieren sollen. Da die Segmentlänge länger als die größte Länge eines Codeworts des ersten Satzes gewählt ist, wird für den Schritt a) lediglich ein einziger Versuch benötigt. Sind die Segmente kürzer, werden entsprechend mehr Versuche benötigt.

In einem Schritt b) werden nun die Codeworte des zweiten Satzes in den Datenstrom 31 geschrieben. Um eine hohe Fehlerrobustheit zu erreichen, werden die Codeworte des zweiten Satzes bevorzugterweise nicht von links nach rechts wie die Codeworte des ersten Satzes geschrieben, sondern jeweils ausgehend von dem zweiten Rasterpunkt z.B. dem Rasterpunkt 42 für das erste Segment, von rechts nach links geschrieben,

wie es durch den entsprechenden Schreibrichtungs Pfeil angedeutet ist. Das Schreiben der Codeworte des zweiten Satzes findet nach einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift statt, die bei dem gewählten Beispiel derart lautet, daß das erste Codewort des zweiten Satzes in dem gleichen Segment geschrieben werden soll wie das erste Codewort des ersten Satzes, jedoch immer unter der Voraussetzung, daß in diesem Segment noch Platz ist. Der aus dem ersten Versuch entstandene Datenstrom 32 zeigt, daß im ersten Segment lediglich soviel Platz war, den Anfangsabschnitt des Codeworts Nr. 7 zu schreiben.

Im Gegensatz zum Stand der Technik, bei dem der zweite Teil des Codeworts Nr. 7 in das zweite Segment geschrieben worden wäre, wird die zweite Hälfte des Codeworts Nr. 7, d. h. 7b, gespeichert, um dasselbe nach einer vorbestimmten Vorschrift, d. h. nach einer Vorschrift die auch dem Decodierer bekannt sein muß, in einem zweiten Versuch in den Datenstrom zu schreiben. Fig. 3 macht deutlich, daß in dem zweiten Segment zwischen dem Codewort Nr. 2 und 8 noch soviel Platz vorhanden war, daß der Endabschnitt des Codeworts Nr. 7 eingetragen werden konnte. Wäre nicht genug Platz gewesen, so wäre der dritte Abschnitt des Codeworts in das Segment Nr. 3 eingetragen worden. Die vorbestimmte Vorschrift zum Eintragen des Codeworts Nr. 7 in den Datenstrom besteht bei Fig. 3 also darin, immer um ein Segment weiter zu gehen. Selbstverständlich könnte auch immer um zwei Segmente weitergegangen werden, oder um drei oder mehr, derart, daß dann der zweite Abschnitt 7b statt in das zweite Segment in das dritte, im nächsten Versuch in das fünfte etc. geschrieben werden könnte. Die Reihenfolge der Segmente, die verwendet wird, um den zweiten Teil des Abschnitt 7 irgendwo unterzubringen, ist beliebig. Sie muß jedoch dem Decodierer transparent sein, damit der umsortierte Datenstrom wieder gelesen werden kann.

In den entstandenen ebenfalls noch bruchstückhaften Datenstrom 33 sollen nun die Codeworte des dritten Satzes 13 bis 15 eingetragen werden. In Analogie zu dem Schritt b) ge-

schiebt dies vorzugsweise anhand der selben Zuordnungsvorschrift, derart, daß das erste Codewort des dritten Satzes dem ersten Segment zugeordnet ist, das zweite Codewort des dritten Satzes dem zweiten Segment zugeordnet ist, das dritte Codewort des dritten Satzes dem dritten Segment zugeordnet ist usw. Diese Zuordnungsvorschrift ist für den dritten Satz völlig beliebig und kann sich auch von der Zuordnungsvorschrift für den zweiten Satz unterscheiden, wobei erfindungsgemäß jedes Codewort eines Satzes einem anderen Segment zugeordnet ist.

Der erste Versuch im Schritt c) war lediglich darin erfolgreich, den ersten Abschnitt des Codeworts Nr. 15 einzutragen, wodurch sich ein bruchstückhafter Datenstrom 34 ergeben hat. Die Codeworte 13, 14 und der zweite Abschnitt des Codeworts 15, d. h. 15b, werden gespeichert, um im zweiten, dritten, vierten, fünften und sechsten Versuch untergebracht zu werden, wobei im zweiten Versuch der zweite Abschnitt 15b im vierten Segment untergebracht werden konnte (Datenstrom 35), im dritten Versuch nichts untergebracht werden konnte, im vierten Versuch der Anfangsabschnitt des Codeworts 14 untergebracht werden konnte (Datenstrom 36), im fünften Versuch der Endabschnitt des Codeworts 14, d. h. 14b, untergebracht werden konnte (Datenstrom 37), und schließlich im sechsten und letzten Versuch das erste Codewort des dritten Satzes im sechsten Segment eingetragen werden konnte, wodurch sich der fehlerrobuste Datenstrom 38 für das hier skizzierte Beispiel ergibt. Das anhand von Fig. 3 beschriebene Verfahren stellt sicher, daß die Länge des fehlerrobusten Datenstroms genau der Summe der Längen der Codeworte variabler Länge entspricht, was im Sinne einer Entropiecodierung zur Datenreduzierung selbstverständlich ist. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf begrenzt, daß der fehlerrobuste Datenstrom die minimale Länge hat, da die Fehlerrobustheit nicht durch unter Umständen vorhandene Leerbits beeinträchtigt wird.

Wenn der in Fig. 3 gegebene robuste Datenstrom betrachtet

wird, so ist zu sehen, daß der Anfang des Codeworts Nr. 8, d. h. der Rasterpunkt 43, völlig unabhängig von dem Ende des Codeworts Nr. 7 ist. Auch der Anfang des Codeworts Nr. 9, d. h. der Rasterpunkt 44, ist völlig unabhängig von dem Ende des Codeworts Nr. 8. Ferner sei darauf hingewiesen, daß aufgrund der entgegengesetzten Schreibreihenfolge beispielsweise ein Datenfehler im Codewort Nr. 1 im ersten Segment, der dazu führt, daß das falsche Codewort aufgrund des Datenfehlers um ein Bit kürzer als das korrekte Codewort Nr. 1 ist, nicht zu einer Zerstörung des Anfangsabschnitts des Codeworts Nr. 7a führt, da dasselbe statt von links nach rechts von rechts nach links geschrieben wurde. Wäre dasselbe von links nach rechts geschrieben worden, so würde ein Decodierer das noch übrige Bit von dem ursprünglich korrekten Codewort Nr. 1 als Anfangsbit des Codeworts Nr. 7 nehmen, wodurch sich ein Folgefehler von 1 auf 7 ergeben würde. Dieser Folgefehler würde sich jedoch nicht auf 8 fortpflanzen, da Codewort Nr. 8 wieder völlig unabhängig von Codewort Nr. 7 ist, da die Schreibreihenfolge von rechts nach links gewählt wurde. Ist die Schreibreihenfolge des Codeworts Nr. 8 gleich der Schreibreihenfolge der Codeworte des ersten Satzes, so würde sich der Fehler ebenfalls nicht von 7 auf 8 fortpflanzen, da das Codewort Nr. 8 vor dem zweiten Teil 7b aufgrund der Zuordnungsvorschrift an das Codewort Nr. 2 angrenzend geschrieben werden würde und somit nicht durch einen falschen Abschnitt 7b beeinflußt wird.

Fig. 4 zeigt anhand eines entsprechenden Beispiels die Funktionsweise der Vorrichtung zum Lesen des fehlerrobusten Datenstroms 38 auf. Zunächst werden in einem Schritt a) die Codeworte des ersten Satzes aus dem fehlerrobusten Datenstroms extrahiert. Dazu liest die erfindungsgemäße Vorrichtung, die mit einem Huffman-Decodierer gekoppelt sein dürfte, ausgehend von dem ersten Rasterpunkt 41 das Codewort des ersten Satzes, ausgehend von dem zweiten Rasterpunkt 42 das Codeworts Nr. 2 des ersten Satzes, usw. bis alle Codeworte 1 bis 6 des ersten Satzes eingelesen sind. Selbstverständlich wählt auch die Vorrichtung zum Lesen des Datenstroms die

selbe Richtung, wie sie von der Vorrichtung zum Erzeugen angewendet worden ist.

Anschließend werden in einem Schritt b) aus dem noch verbleibenden Datenstrom 50 die Codeworte des zweiten Satzes extrahiert. Hierbei springt der Decodierer an den zweiten Rasterpunkt 42 des ersten Segments und erhält den Anfangsabschnitt des Codeworts 7 des zweiten Satzes und liest dann nicht den zweiten Abschnitt 7b ein, sondern 7a wird zunächst gespeichert, um dann das zweite Codewort des zweiten Satzes ausgehend von dem zweiten Rasterpunkt des zweiten Segments usw. einzulesen. Es ergibt sich somit ein Restdatenstrom 51, in dem das erste Segment schon vollständig geleert ist. Da der Decodierer nun nicht das Codewort 7 durchgehend liest sondern immer segmentweise aufgrund der Vorrichtung zum Erzeugen des Datenstroms verwendeten Zuordnungsvorschrift liest, wird die bereits beschriebene Fehlerrobustheit sichergestellt, die eine Ausbreitung von Folgefehlern stark reduziert.

In einem zweiten Versuch zum Extrahieren der Codeworte des zweiten Satzes wird nun im zweiten Segment entsprechend der vorhandenen Schreibrichtung der zweite Teil des Codeworts 7b gelesen, woraufhin in dem resultierenden Datenstrom 52 nur noch Codeworte des dritten Satzes verbleiben. (Das zweite Segment ist nun ebenfalls leer.) Diese werden in einem Schritt c) extrahiert, wobei zunächst in einem ersten Versuch der Anfangsabschnitt des Codeworts 15 eruiert worden ist, der jedoch gespeichert wird, da das Codewort 15 nicht vollständig in dem dritten Segment aufgefunden worden ist. Das dritte Segment ist nun ebenfalls leer, die Rasterpunkte existieren jedoch nach wie vor, damit der Decodierer sich an denselben orientieren kann. In einem zweiten Versuch kann das Codewort 15 vollständig gefunden werden. Die Suche nach dem Codewort 14 im Segment 3 und nach dem Codewort 15 im Segment 4 blieb jedoch erfolglos, was durch den Datenstrom 54 sichtbar ist. Im vierten Versuch führte jedoch die Suche von Codewort 14 im fünften Segment zu einem positiven Ergeb-

nis. Das Codewort 14 war jedoch nicht vollständig, weshalb der Anfangsabschnitt 14a gespeichert wurde, um dann in einem fünften Versuch den noch verbleibenden Datenstrom 55 zu untersuchen und schließlich in einem letzten sechsten Versuch den Datenstrom 56, der nur noch aus dem sechsten Segment und aus dem Codewort 13 besteht, vollständig einzulesen.

Obwohl im vorhergehenden Beispiel lediglich eine Stückelung in Anfangsabschnitt und Endabschnitt von Codeworten beispielhaft dargestellt worden ist, ist prinzipiell eine beliebige Stückelung möglich. Solange der Decodierer die Zuordnung von Codeworten des zweiten Satzes bzw. des dritten Satzes und weiterer Sätze zu jeweils unterschiedlichen Segmenten beachtet, wird eine fehlerrobuste Decodierung sichergestellt sein. Es ist ferner offensichtlich, daß die Einsortierung der Endabschnitte von Codeworten in den Datenstrom beliebig ist, solange der Decodierer bzw. die dem Decodierer vorgeschaltete Einleseschaltung genau weiß, welche vorbestimmte Vorschrift im Codierer ausgeführt worden ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge, die in einer Mehrzahl von Sätzen von Codeworten unterteilt sind, wobei für den Datenstrom ein Raster mit Rasterpunkten vorliegt, wobei zwei benachbarte Rasterpunkte (41, 42) ein Segment (40) definieren, wobei das Raster eine Mehrzahl von Segmenten aufweist, mit folgenden Schritten:
 - a1) Schreiben der Codeworte (1-6) des ersten Satzes, derart, daß Anfänge der Codeworte an Rasterpunkten unterschiedlicher Segmente liegen;
 - a2) falls ein Codewort länger als ein Segment ist, Schreiben des Rests des Codeworts in einen Bereich des Rasters, der nach dem Schritt a1) nicht beschrieben ist, entsprechend einer ersten vorbestimmten Vorschrift, bis alle Codeworte des ersten Satzes in das Raster geschrieben sind;
 - b1) Schreiben jedes Codeworts des zweiten Satzes in ein jedem einzelnen Codewort nach einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift zugeordnetes Segment, wobei jedem Codewort des zweiten Satzes ein unterschiedliches Segment zugeordnet ist, falls das jeweilige Codewort in das Segment paßt;
 - b2) falls nur ein Teil des jeweiligen Codeworts in das zugeordnete Segment paßt, bzw. falls das zugeordnete Segment voll ist, Schreiben des Teil (7a) des jeweiligen Codeworts (7) des zweiten Satzes in das zugeordnete Segment (1) und Speichern des Rest des Codeworts (7b) bzw. des ganzen Codeworts (13), dem das volle Segment zugeordnet ist;
 - b3) Schreiben des gespeicherten Rests (7b) und des gespeicherten ganzen Codeworts (13), die in dem

Schritten b1), b2) nicht in die jeweiligen Segmente paßten, in einen Bereich des Rasters, der nach den Schritten b1) und b2) nicht beschrieben ist, nach einer zweiten vorbestimmten Vorschrift, bis alle Codeworte des zweiten Satzes in das Raster geschrieben sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Codeworte des ersten Satzes in einer Reihenfolge vorliegen, wobei dieselben entsprechend ihrer Reihenfolge in benachbarte Segmente geschrieben werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die erste vorbestimmte Vorschrift im Schritt a2) folgendermaßen lautet:
 - i) Schreiben zumindest eines Teils des Rests eines Codeworts des ersten Satzes in das Segment, das dem Segment folgt, in dem der Anfangsabschnitt des Codewortes ist, falls in dem Segment Platz für zumindest einen Teil des Rests ist; und
 - ii) Durchführen des Schritts (i) für Reste aller weiteren Codeworte des ersten Satzes, falls solche vorhanden sind,
 - iii) Durchführen der Schritte (i), (ii), wobei immer für jeden Rest um ein Segment weitergegangen wird, bis sämtliche Codeworte des ersten Satzes in den Datenstrom geschrieben sind (31).
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Codeworte des zweiten Satzes in einer Reihenfolge vorliegen und die vorbestimmte Zuordnungsvorschrift das erste Codewort des zweiten Satzes dem Segment zuordnet, in dem der Anfang des ersten Codeworts des ersten Satzes ist, das zweite Codewort des zweiten Satzes dem Segment zuordnet, in dem der Anfang des

zweiten Codeworts des ersten Satzes ist, und, falls vorhanden, jedem weiteren Codewort des ersten Satzes das Segment zuordnet, in dem der Anfang des entsprechenden Codeworts des ersten Satzes ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die zweite vorbestimmte Vorschrift gleich der ersten vorbestimmten Vorschrift ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem nach der ersten oder zweiten vorbestimmten Vorschrift ein Codewort des entsprechenden Satzes, das nicht ganz in das zugeordnete Segment paßt, in drei oder mehr Teile zerfällt, wenn in den dem zugeordneten Segment folgenden Segmenten nur soviel Platz ist, daß wieder ein Rest verbleibt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Rasterpunkte äquidistant angeordnet sind, wodurch sich gleich lange Segmente bis auf das letzte Segment ergeben, wobei die gleich langen Segmente länger oder gleich lang wie das längste Codewort des ersten Satzes sind, derart, daß jedes Codewort des ersten Satzes in das entsprechende Segment paßt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Abschnitte, bei dem die Codeworte des ersten Satzes ausgehend von den jeweils ersten Rasterpunkten der Segmente in einer ersten Schreibrichtung geschrieben werden, und bei dem die Codeworte des zweiten Satzes ausgehend von den jeweils zweiten Rasterpunkten der Segmente in einer der ersten Schreibrichtung entgegengesetzten zweiten Schreibrichtung geschrieben werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem ein dritter Satz von Codeworten vorhanden ist, wobei die dritten Codeworte wieder in der ersten Schreibrichtung in das Raster geschrieben werden, nachdem alle Codeworte des zweiten

Satzes in das Raster geschrieben sind.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Codeworte Huffman-Codeworte sind.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Codeworte Informationssymbole darstellen und Codeworte des ersten Satzes bedeutsamere Informationssymbole darstellen als Codeworte des zweiten Satzes oder weiterer Sätze.
12. Verfahren nach Anspruch 11 bei dem die Informationssymbole Spektralwerte eines Audiosignals sind und Codeworte des ersten Satzes psychoakustisch bedeutsame Spektralwerte darstellen, die vor einer Fehlerfortpflanzung aufgrund eines Übertragungsfehlers in dem Datenstrom zu schützen sind.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Länge des erzeugten Datenstroms gleich der Summe der Länge der Codeworte variabler Länge ist.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mehr als zwei Sätze von Codeworten vorhanden sind, das ferner folgenden Schritt aufweist:

Durchführen der Schritte b1), b2) und b3) für die Codeworte der weiteren Sätze von Codeworten, wobei die zweite vorbestimmte Vorschrift gleich der zweiten vorbestimmten Vorschrift des Schritts b2) entspricht, und wobei die vorbestimmte Zuordnungsvorschrift der vorbestimmten Zuordnungsvorschrift des Schritts b1) entspricht.

15. Verfahren zum Lesen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge, wobei der Datenstrom Codeworte einer Mehrzahl von Sätzen von Codeworten aufweist, wobei für den Datenstrom (38) ein Raster festgelegt ist, das Ra-

sterpunkte (41, 42) aufweist, wobei zwei benachbarte Rasterpunkte (41, 42) ein Segment (40) definieren, wobei der Datenstrom zumindest zwei Segmente aufweist, mit folgenden Schritten:

a) Extrahieren der Codeworte des ersten Satzes aus dem Datenstrom (38) durch folgende Teilschritte:

a1) für jedes Segment, Springen zu einem Rasterpunkt und Lesen eines dort beginnenden Codewortes;

a2) falls das an einem Rasterpunkt beginnenden Codewort am Ende des Segments nicht zu Ende ist, Speichern des gelesenen Abschnitts des Codeworts;

a3) Ermitteln des Rests des Codeworts auf der Basis einer ersten vorbestimmten Vorschrift, die bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde;

b) Extrahieren der Codeworte des zweiten Satzes von Codeworten aus dem nach dem Schritt a) verbleibenden Datenstrom (50) durch folgende Teilschritte:

b1) für jedes verbleibende Segment, Springen an einen Rasterpunkt des Segments auf der Basis einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift, die bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde, und Lesen des dort beginnenden Codeworts, um die Codeworte des zweiten Satzes zu erhalten,

b2) falls ein Codewort des zweiten Satzes an dem Ende eines entsprechenden Segments nicht zu Ende ist, Speichern des gelesenen Abschnitts des Codeworts des zweiten Satzes;

b3) Ermitteln des Rests des Codeworts bzw. des an einem Rasterpunkt nicht vorhanden Codeworts auf der Basis einer zweiten vorbestimmten Vorschrift, die

bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde.

16. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem der Datenstrom mehr als zwei Sätze von Codeworten aufweist, das ferner folgenden Schritt aufweist:

Extrahieren der Codeworte des dritten Satzes durch Wiederholen der Schritte b1), b2) und b3), wobei die zweite vorbestimmte Vorschrift gleich der zweiten vorbestimmten Vorschrift des Schritt b3) ist, und wobei die Zuordnungsvorschrift gleich der Zuordnungsvorschrift des Schritts b1) ist.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, bei dem die Zuordnungsvorschrift, die beim Erzeugen des Datenstroms verwendet wurde, ein erstes Codewort des zweiten Satzes einem Segment zuordnet, in dem das erste Codewort des ersten Satzes beginnt, wobei in dem Schritt b1) an den ersten Rasterpunkt (41) gesprungen wird, um das erste Codewort des zweiten Satzes zu erhalten, an den zweiten Rasterpunkt (42) gesprungen wird, um das zweite Codewort des zweiten Satzes zu erhalten, usw., wobei, wenn an dem ersten Rasterpunkt (41) kein oder nur ein Teil eines Codeworts des zweiten Satzes beginnt, zunächst von allen Rasterpunkten aus gelesen wird, bevor ein fehlendes Codeworts bzw. ein fehlender Teil eines Codeworts auf der Basis der zweiten vorbestimmten Vorschrift ermittelt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, bei dem die erste vorbestimmte Vorschrift im Schritt a3) folgendermaßen lautet:

für jeden gespeicherten Abschnitt eines gelesenen Codeworts, Springen zu dem nächsten Rasterpunkt in dem nach dem Schritt a1) verbleibenden Datenstrom, um den Rest des Codeworts zu ermitteln,

falls ein Codewort bis zum Ende gelesen werden kann, Verbinden des zu Ende gelesenen Codeworts mit dem gespeicherten Abschnitt, um das Codewort des ersten Satzes vollständig zu erhalten, sonst, Speichern eines eventuell gelesenen Abschnitts und Wiederholen des Schritts des Springens zu dem nächsten Rasterpunkt, bis alle Codeworte des ersten Satzes vorliegen.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem so viele Codeworte in dem ersten Satz von Codeworten sind, wie der Datenstrom Segmente aufweist, und bei dem die Anzahl der Codeworte in dem bzw. den anderen Sätzen gleich oder kleiner als die Anzahl der Codeworte in dem ersten Satz ist, derart, daß sämtliche Codeworte des ersten Satzes an Rasterpunkte geschrieben werden.
20. Vorrichtung (10) zum Erzeugen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge, die in einer Mehrzahl von Sätzen von Codeworten unterteilt sind, wobei für den Datenstrom ein Raster mit Rasterpunkten vorliegt, wobei zwei benachbarte Rasterpunkte (41, 42) ein Segment (40) definieren, wobei das Raster eine Mehrzahl von Segmenten aufweist, mit folgenden Merkmalen:

- a) einer Einrichtung (16) zum Schreiben der Codeworte (1-6) des ersten Satzes, derart, daß Anfänge der Codeworte an Rasterpunkten unterschiedlicher Segmente liegen, wobei die Einrichtung (16) angeordnet ist, um

falls ein Codewort länger als ein Segment ist, den Rest des Codeworts in einen Bereich des Rasters, der nach dem Schritt a1) nicht beschrieben ist, entsprechend einer ersten vorbestimmten Vorschrift zu schreiben, bis alle Codeworte des ersten Satzes in das Raster geschrieben sind;

- b) einer Einrichtung (18) zum Schreiben jedes Codeworts des zweiten Satzes in ein jedem einzelnen Codewort nach einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift zugeordnetes Segment, wobei jedem Codewort des zweiten Satzes ein unterschiedliches Segment zugeordnet ist, falls das jeweilige Codewort in das Segment paßt, wobei die Einrichtung (18) angeordnet ist, um

falls nur ein Teil des jeweiligen Codeworts in das zugeordnete Segment paßt, bzw. falls das zugeordnete Segment voll ist, den Teil (7a) des jeweiligen Codeworts (7) des zweiten Satzes in das zugeordnete Segment (1) zu schreiben, und den Rest des Codeworts (7b) bzw. das ganze Codewort (13), dem das volle Segment zugeordnet ist, zu speichern;

den gespeicherten Rest (7b) und das gespeicherte ganze Codewort (13), die in dem Schritten b1), b2) nicht in die jeweiligen Segmente paßten, in einen Bereich des Rasters, der nach den Schritten b1) und b2) nicht beschrieben ist, nach einer zweiten vorbestimmten Vorschrift zu schreiben, bis alle Codeworte des zweiten Satzes in das Raster geschrieben sind.

21. Vorrichtung (22) zum Lesen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge, wobei der Datenstrom Codeworte einer Mehrzahl von Sätzen von Codeworten aufweist, wobei für den Datenstrom (38) ein Raster festgelegt ist, das Rasterpunkte (41, 42) aufweist, wobei zwei benachbarte Rasterpunkte (41, 42) ein Segment (40) definieren, wobei der Datenstrom zumindest zwei Segmente aufweist, mit folgenden Merkmalen:

- a) einer Einrichtung (28) zum Extrahieren der Codeworte des ersten Satzes aus dem Datenstrom (38), die angeordnet ist, um

für jedes Segment zu einem Rasterpunkt zu springen

und ein dort beginnendes Codewort zu lesen;

falls das an einem Rasterpunkt beginnenden Codewort am Ende des Segments nicht zu Ende ist, den gelesenen Abschnitt des Codeworts zu speichern;

den Rest des Codeworts auf der Basis einer ersten vorbestimmten Vorschrift, die bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde, zu ermitteln; und

- b) einer Einrichtung (30) zum Extrahieren der Codeworte des zweiten Satzes von Codeworten aus dem nach dem Schritt a) verbleibenden Datenstrom (50), die angeordnet ist, um

für jedes verbleibende Segment an einen Rasterpunkt des Segments auf der Basis einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift, die bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde, zu springen und das dort beginnende Codewort zu lesen, um die Codeworte des zweiten Satzes zu erhalten,

falls ein Codewort des zweiten Satzes an dem Ende eines entsprechenden Segments nicht zu Ende ist, den gelesenen Abschnitt des Codeworts des zweiten Satzes zu speichern;

den Rest des Codeworts bzw. des an einem Rasterpunkt nicht vorhandenen Codeworts auf der Basis einer zweiten vorbestimmten Vorschrift, die bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde, zu ermitteln.

**Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen eines Datenstroms aus
Codeworten variabler Länge und Verfahren und Vorrichtung zum
Lesen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge**

Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zum Erzeugen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge, die in eine Mehrzahl von Sätzen von Codeworten unterteilt sind, wobei für den Datenstrom ein Raster mit Segmenten festgelegt ist, wobei zwei benachbarte Rasterpunkte (41,42) ein Segment (40) definieren, werden Codeworte (1-6) des ersten Satzes an Rasterpunkten beginnend in den Datenstrom geschrieben. Anschließend werden Codeworte des zweiten Satzes gemäß einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift in den Datenstrom geschrieben, wobei jedes Codewort des zweiten Satzes einem anderem Segment zugeordnet ist. Ganze Codeworte oder Teile von Codeworten, die nicht nach ihrer Zuordnung geschrieben werden können, werden gespeichert und in weiteren Versuchen in den Datenstrom eingetragen, wobei die Zuordnung nach einer vorbestimmten Vorschrift von Versuch zu Versuch verändert wird. Dieses Prozedere wird für einen möglicherweise vorhandenen weiteren Satz analog wiederholt. Damit sind die Enden von Codeworten des zweiten Satzes von den Anfängen von folgenden Codeworten des zweiten Satzes entkoppelt, da die entsprechenden Codeworte eines Satzes segmentweise geschrieben werden, wodurch sich eine Reduktion der Fehlerfortpflanzung ergibt.

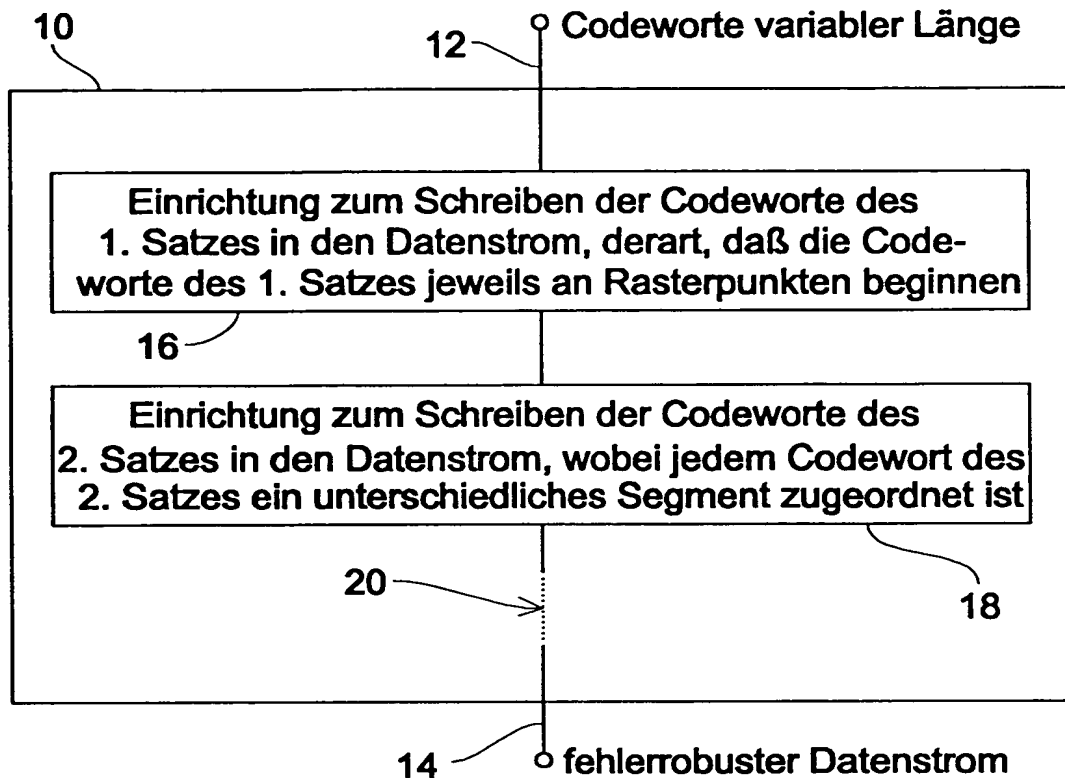


Fig. 1

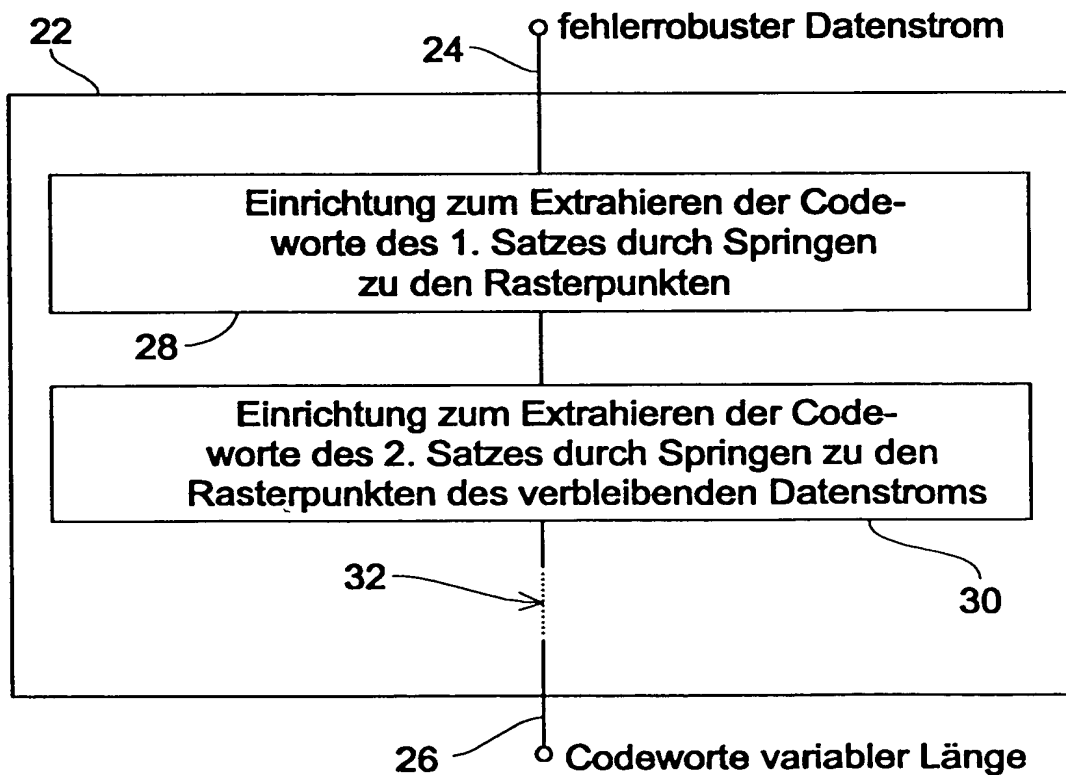
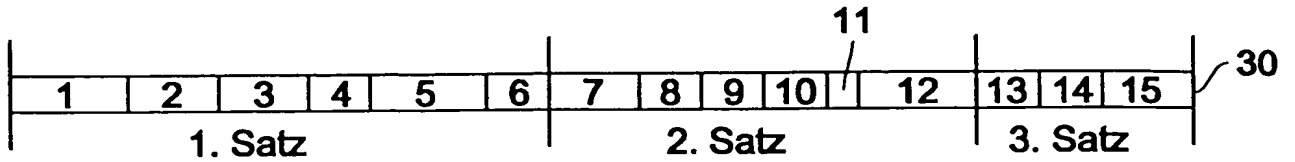
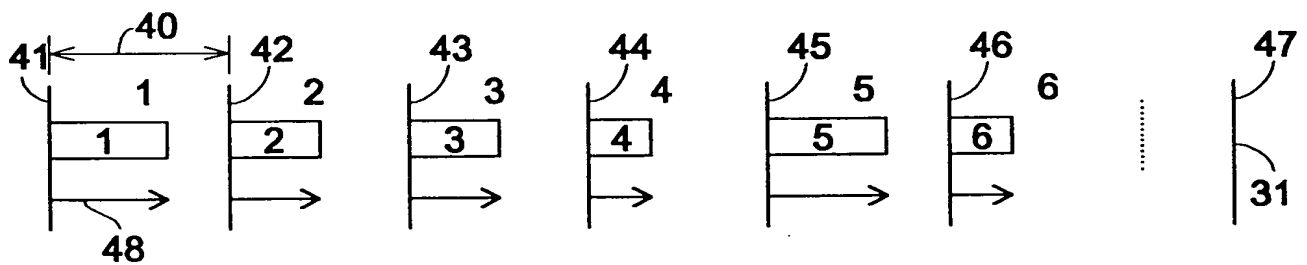


Fig. 2

Codeworte variabler Länge

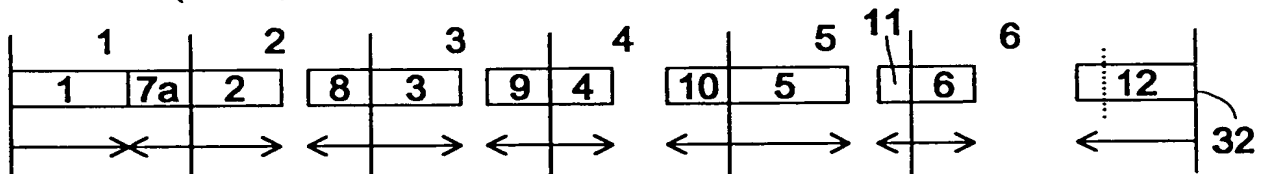


a) Schreiben der Codeworte des 1. Satzes



b) Schreiben der Codeworte des 2. Satzes

Versuch 1 (7 in 1, 8 in 2, 9 in 3, 10 in 4, 11 in 5, 12 in 6): Speichern von 7b



Versuch 2 (7 in 2):

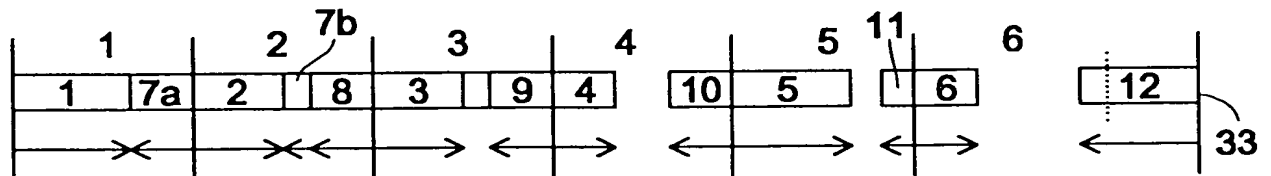
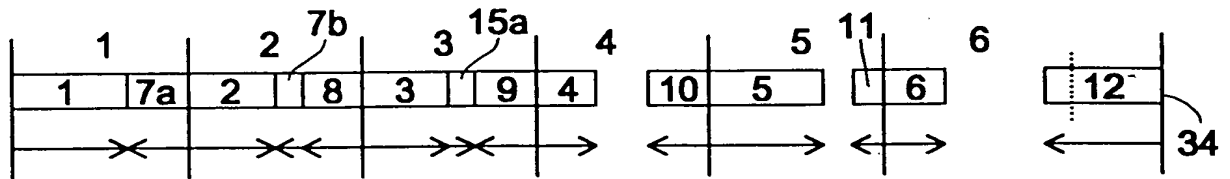


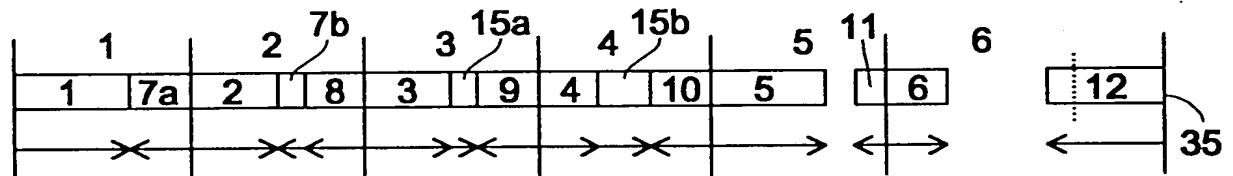
Fig. 3

c) Schreiben der Codeworte des 3. Satzes

Versuch 1 (13 in 1, 14 in 2, 15 in 3): Speichern von 13, 14, 15b

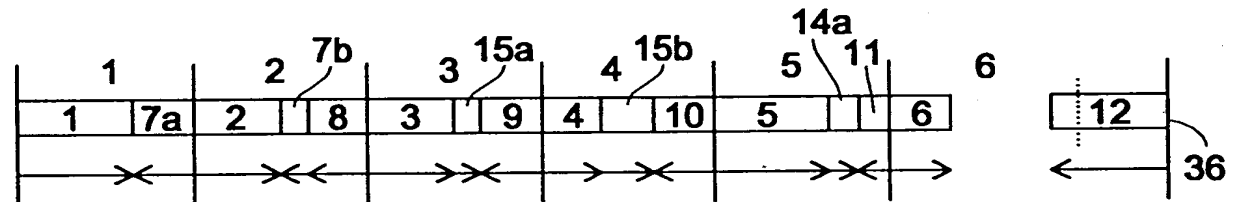


Versuch 2 (13 in 2, 14 in 3, 15 in 4): Speichern von 13, 14

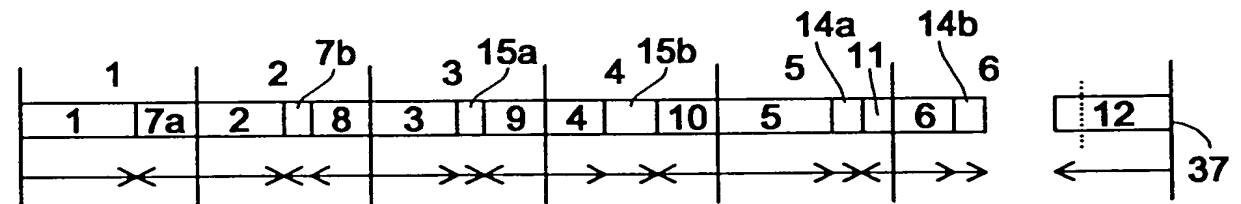


Versuch 3 (13 in 3, 14 in 4): Speichern von 13, 14

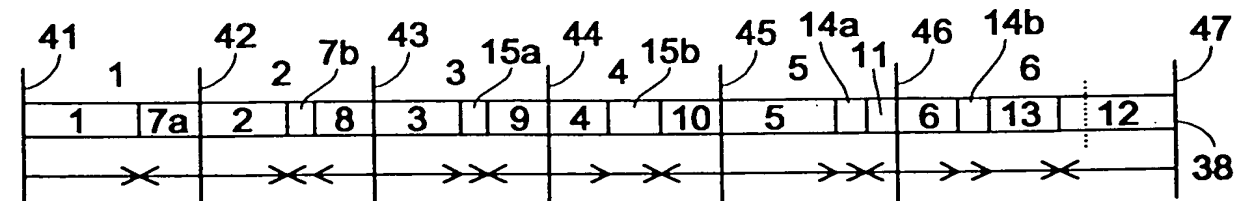
Versuch 4 (13 in 4, 14 in 5): Speichern von 13, 14b



Versuch 5 (13 in 5, 14 in 6): Speichern von 13



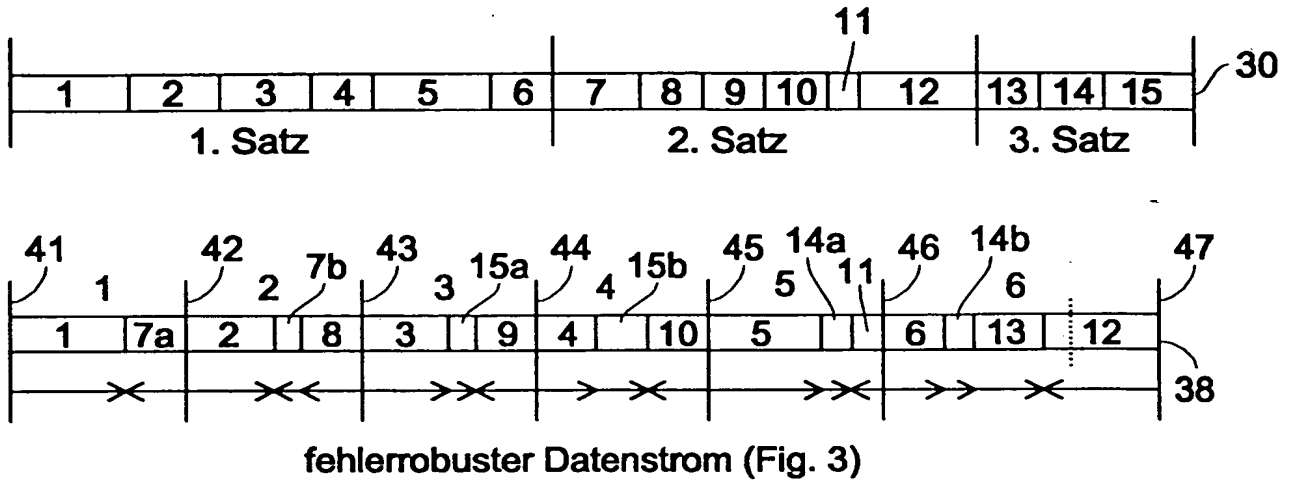
Versuch 6 (13 in 6)



fehlerrobuster Datenstrom

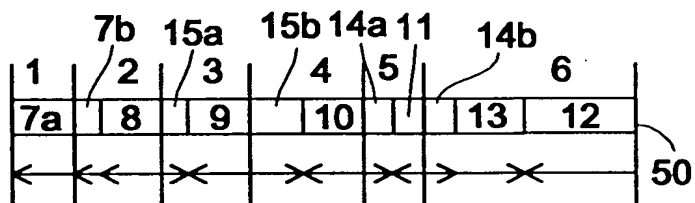
Fig. 3

Codeworte variabler Länge



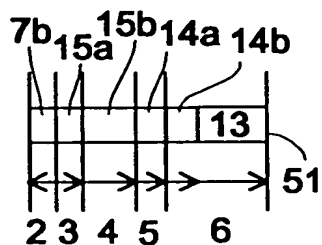
fehlerrobuster Datenstrom (Fig. 3)

a) Extrahieren der Codeworte des 1. Satzes



b) Extrahieren der Codeworte des 2. Satzes

Versuch 1 (Suchen von 7 in 1, 8 in 2, 9 in 3, 10 in 4, 11 in 5, 12 in 6)
Speichern von 7a



Versuch 2 (Suchen von 7 in 2)

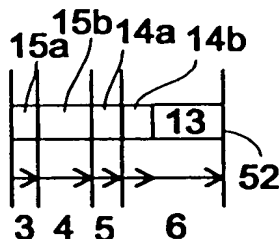
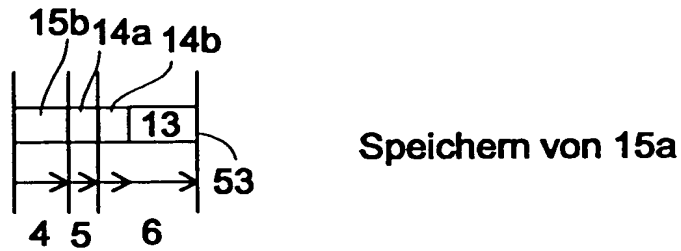


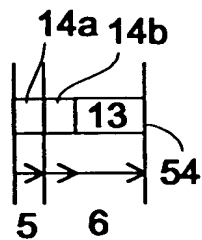
Fig. 4

c) Extrahieren der Codeworte des 3. Satzes

Versuch 1 (Suchen von 13 in 1, 14 in 2, 15 in 3)



Versuch 2 (Suchen von 13 in 2, 14 in 3, 15 in 4)

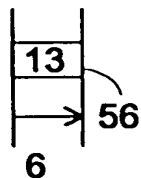


Versuch 3 (Suchen von 13 in 3, 14 in 4)

Versuch 4 (Suchen von 13 in 4, 14 in 5)



Versuch 5 (Suchen von 13 in 5, 14 in 6)



Versuch 6 (Suchen von 13 in 6)

Fig. 4

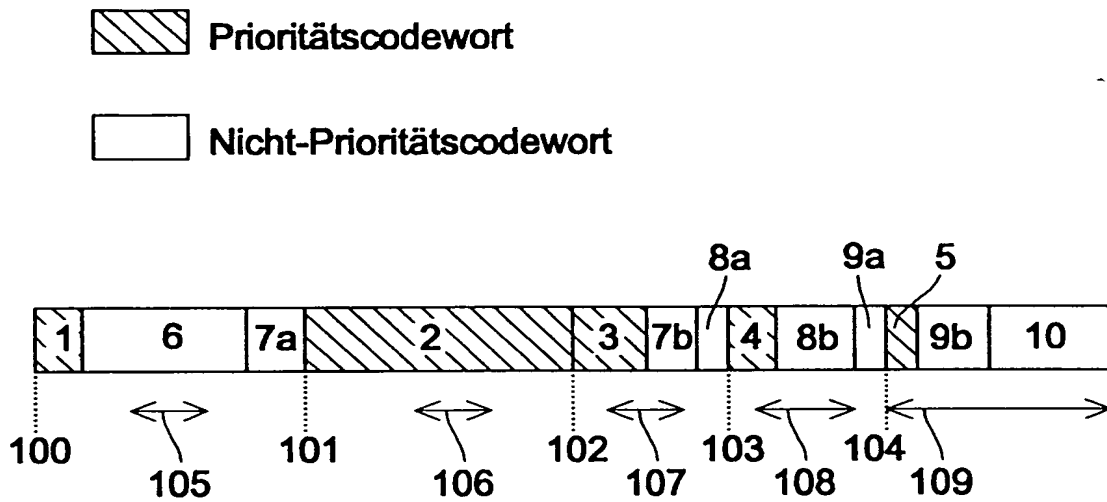


Fig. 5 (Stand der Technik)

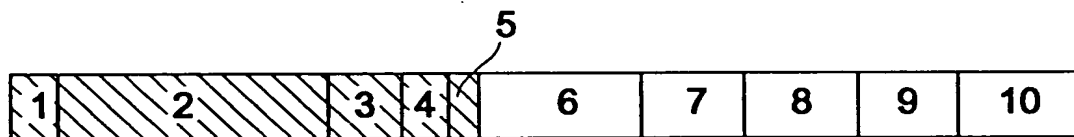


Fig. 6 (Stand der Technik)

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

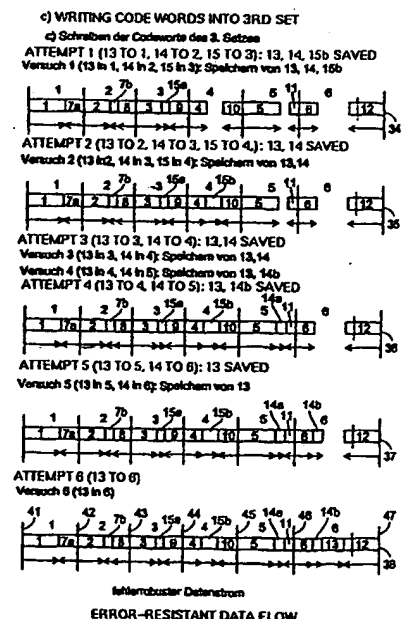
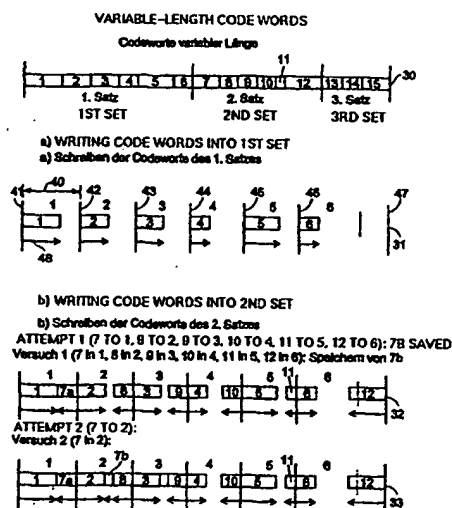
| | | | |
|--|--|--|---|
| (51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : H03M 7/40, H04B 1/66 | | A1 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/51241 |
| | | | (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 31. August 2000 (31.08.00) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/00312 | | (81) Bestimmungsstaaten: AU, CA, CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). | |
| (22) Internationales Anmeldedatum: 17. Januar 2000 (17.01.00) | | | |
| (30) Prioritätsdaten: 199 07 729.0 23. Februar 1999 (23.02.99) DE | | Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> | |
| (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54, D-80636 München (DE). | | | |
| (72) Erfinder; und | | | |
| (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SPERSCHNEIDER, Ralph [DE/DE]; Donato-Polli-Strasse 42, D-91056 Erlangen (DE). DIETZ, Martin [DE/DE]; Kleinreuther Weg 47, D-90408 Nürnberg (DE). LAUBER, Pierre [DE/DE]; Rilkestrasse 30, D-90419 Nürnberg (DE). SCHUG, Michael [DE/DE]; Taunusstrasse 63, D-91056 Erlangen (DE). | | | |
| (74) Anwälte: SCHOPPE, Fritz usw.; Schoppe, Zimmermann & Stöckeler, Postfach 71 08 67, D-81458 München (DE). | | | |

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR GENERATING A DATA FLOW FROM VARIABLE-LENGTH CODE WORDS AND A METHOD AND DEVICE FOR READING A DATA FLOW FROM VARIABLE-LENGTH CODE WORDS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERZEUGEN EINES DATENSTROMS AUS CODEWORTEN VARIABLER LÄNGE UND VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM LESEN EINES DATENSTROMS AUS CODEWORTEN VARIABLER LÄNGE

(57) Abstract

The invention relates to a method for generating a data flow from variable-length code words which are subdivided into a number of code word sets, whereby a raster comprising segments is determined for the data flow in which two adjacent raster points (41, 42) define a segment (40). The code words (1-6) from the first set are written into the data flow, beginning at raster points. Code words from the second set are then written into the data flow according to a predetermined allocation specification, whereby each code word from the second set is allocated to a separate segment. Whole code words or portions of code words which cannot be written according to their allocation are saved and entered into the data flow in additional writing attempts, whereby the allocation according to a predetermined specification is changed from one attempt to the next. This procedure is repeated in a similar manner for any additional data set that may exist. In this way, the ends of code words from the second set are decoupled from the beginnings of following code words from the second set, as the corresponding code words in a set are written in a segment by segment manner. This reduces the propagation of errors.



(57) Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zum Erzeugen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge, die in eine Mehrzahl von Sätzen von Codeworten unterteilt sind, wobei für den Datenstrom ein Raster mit Segmenten festgelegt ist, wobei zwei benachbarte Rasterpunkte (41, 42) ein Segment (40) definieren, werden Codeworte (1-6) des ersten Satzes an Rasterpunkten beginnend in den Datenstrom geschrieben. Anschliessend werden Codeworte des zweiten Satzes gemäss einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift in den Datenstrom geschrieben, wobei jedes Codewort des zweiten Satzes einem anderen Segment zugeordnet ist. Ganze Codeworte oder Teile von Codeworten, die nicht nach ihrer Zuordnung geschrieben werden können, werden gespeichert und in weiteren Versuchen in den Datenstrom eingetragen, wobei die Zuordnung nach einer vorbestimmten Vorschrift von Versuch zu Versuch verändert wird. Dieses Prozedere wird für einen möglicherweise vorhandenen weiteren Satz analog wiederholt. Damit sind die Enden von Codeworten des zweiten Satzes von den Anfängen von folgenden Codeworten des zweiten Satzes entkoppelt, da die entsprechenden Codeworte eines Satzes segmentweise geschrieben werden, wodurch sich eine Reduktion der Fehlerfortpflanzung ergibt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | | | |
|----|------------------------------|----|-----------------------------------|----|---|----|--------------------------------|
| AL | Albanien | ES | Spanien | LS | Lesotho | SI | Slowenien |
| AM | Armenien | FI | Finnland | LT | Litauen | SK | Slowakei |
| AT | Österreich | FR | Frankreich | LU | Luxemburg | SN | Senegal |
| AU | Australien | GA | Gabun | LV | Lettland | SZ | Swasiland |
| AZ | Aserbaidschan | GB | Vereinigtes Königreich | MC | Monaco | TD | Tschad |
| BA | Bosnien-Herzegowina | GE | Georgien | MD | Republik Moldau | TG | Togo |
| BB | Barbados | GH | Ghana | MG | Madagaskar | TJ | Tadschikistan |
| BE | Belgien | GN | Guinea | MK | Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien | TM | Turkmenistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | ML | Mali | TR | Türkei |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | MN | Mongolei | TT | Trinidad und Tobago |
| BJ | Benin | IE | Irland | MR | Mauretanien | UA | Ukraine |
| BR | Brasilien | IL | Israel | MW | Malawi | UG | Uganda |
| BY | Belarus | IS | Island | MX | Mexiko | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| CA | Kanada | IT | Italien | NE | Niger | UZ | Usbekistan |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan | NL | Niederlande | VN | Vietnam |
| CG | Kongo | KE | Kenia | NO | Norwegen | YU | Jugoslawien |
| CH | Schweiz | KG | Kirgisistan | NZ | Neuseeland | ZW | Zimbabwe |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | PL | Polen | | |
| CM | Kamerun | KR | Republik Korea | PT | Portugal | | |
| CN | China | KZ | Kasachstan | RO | Rumänien | | |
| CU | Kuba | LC | St. Lucia | RU | Russische Föderation | | |
| CZ | Tschechische Republik | LI | Liechtenstein | SD | Sudan | | |
| DE | Deutschland | LK | Sri Lanka | SE | Schweden | | |
| DK | Dänemark | LR | Liberia | SG | Singapur | | |
| EE | Estland | | | | | | |

Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen eines Datenstroms aus
Codeworten variabler Länge und Verfahren und Vorrichtung zum
Lesen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Codieren mit Codeworten variabler Länge und insbesondere auf das Erzeugen und Lesen von Datenströmen mit Codeworten variabler Länge, die gegen Fehler bei der Übertragung robust sind.

Moderne Audiocodierverfahren bzw. -decodierverfahren, die beispielsweise nach dem Standard MPEG-Layer 3 arbeiten, sind in der Lage, die Datenrate von Audiosignalen beispielsweise um einen Faktor 12 zu komprimieren, ohne die Qualität derselben merkbar zu verschlechtern. Um eine derartig hohe Datenratenreduktion zu erreichen, wird ein Audiosignal abgetastet, wodurch eine Folge von zeitdiskreten Abtastwerten erhalten wird. Wie es in der Technik bekannt ist, wird diese Folge von zeitdiskreten Abtastwerten mittels geeigneter Fensterfunktionen gefenstert, um gefensterte Blöcke von zeitlichen Abtastwerten zu erhalten. Ein Block zeitlich gefensterter Abtastwerte wird dann mittels einer Filterbank, einer modifizierten diskreten Cosinustransformation (MDCT) oder einer anderen geeigneten Einrichtung in den Frequenzbereich transformiert, um Spektralwerte zu erhalten, die insgesamt das Audiosignal, d. h. den zeitlichen Ausschnitt, der durch den Block von zeitdiskreten Abtastwerten gegeben ist, im Frequenzbereich darstellen. Üblicherweise werden sich zu 50% überlappende zeitliche Blöcke erzeugt und mittels einer MDCT in den Frequenzbereich transformiert, wodurch aufgrund der speziellen Eigenschaften der MDCT immer beispielsweise 1024 zeitdiskrete Abtastwerte zu 1024 Spektralwerten führen.

Es ist bekannt, daß die Aufnahmefähigkeit des menschlichen Ohrs vom Augenblicksspektrum des Audiosignals selbst abhängt. Diese Abhängigkeit ist in dem sog. psychoakustischen

Modell erfaßt, mittels dem es seit längerem möglich ist, abhängig vom augenblicklichen Spektrum Maskierungsschwellen zu berechnen. Maskierung bedeutet, daß ein bestimmter Ton bzw. Spektralanteil verdeckt wird, wenn beispielsweise ein benachbarter Spektralbereich eine relativ hohe Energie besitzt. Diese Tatsache der Maskierung wird ausgenutzt, um die nach der Transformation vorhandenen Spektralwerte möglichst grob zu quantisieren. Es wird daher angestrebt, einerseits hörbare Störungen im wieder decodierten Audiosignal zu vermeiden und andererseits möglichst wenig Bits zu verwenden, um das Audiosignal zu codieren bzw. hier zu quantisieren. Die durch die Quantisierung eingeführten Störungen, d. h. das Quantisierungsrauschen, soll unter der Maskierungsschwelle liegen und somit unhörbar sein. Gemäß bekannter Verfahren wird daher eine Einteilung der Spektralwerte in sog. Skalenfaktorbänder durchgeführt, die den Frequenzgruppen des menschlichen Ohrs entsprechen sollten. Spektralwerte in einer Skalenfaktorgruppe werden mit einem Skalenfaktor multipliziert, um Spektralwerte eines Skalenfaktorbandes insgesamt zu skalieren. Die durch den Skalenfaktor skalierten Skalenfaktorbänder werden anschließend quantisiert, woraufhin quantisierte Spektralwerte entstehen. Selbstverständlich ist eine Gruppierung in Skalenfaktorbänder nicht entscheidend. Sie wird jedoch bei den Standards MPEG-Layer 3 bzw. bei dem Standard MPEG-2 AAC (AAC = Advanced Audio Coding) verwendet.

Ein sehr wesentlicher Aspekt der Datenreduzierung besteht in der nach dem Quantisieren folgenden Entropie-Codierung der quantisierten Spektralwerte. Für die Entropiecodierung wird üblicherweise eine Huffman-Codierung verwendet. Unter einer Huffman-Codierung versteht man eine Codierung mit variabler Länge, d. h. die Länge des Codeworts für einen zu codierenden Wert ist abhängig von dessen Auftretswahrscheinlichkeit. Logischerweise ordnet man dem wahrscheinlichsten Zeichen den kürzesten Code, d. h. das kürzeste Codewort, zu, so daß mit der Huffman-Codierung eine sehr gute Redundanzreduktion erreicht werden kann. Ein Beispiel für eine all-

seits bekannte Codierung mit allgemeiner Länge ist das Morse-Alphabet.

In der Audiocodierung werden Huffman-Codes zur Codierung der quantisierten Spektralwerte benutzt. Ein moderner Audio-Coder, der beispielsweise nach dem Standard MPEG-2 AAC arbeitet, verwendet zur Codierung der quantisierten Spektralwerte verschiedene Huffman-Codetabellen, die dem Spektrum nach bestimmten Kriterien abschnittsweise zugeordnet werden. Dabei werden immer 2 oder 4 Spektralwerte in einem Codewort gemeinsam codiert.

Ein Unterschied des Verfahrens nach MPEG-2 AAC gegenüber dem Verfahren MPEG-Layer 3 besteht nun darin, daß verschiedene Skalenfaktorbänder, d. h. verschiedene Spektralwerte, zu beliebig vielen Spektralabschnitten oder "Sections" gruppiert werden. Bei AAC umfaßt ein Spektralabschnitt oder eine "Section" umfaßt zumindest vier Spektralwerte aber vorzugsweise mehr als vier Spektralwerte. Der gesamte Frequenzbereich der Spektralwerte wird daher in benachbarte Sections aufgeteilt, wobei eine Section ein Frequenzband darstellt, derart, daß alle Sections zusammen den gesamten Frequenzbereich, der durch die Spektralwerte nach der Transformation derselben überdeckt wird, umfassen.

Einem Abschnitt wird nun ebenso wie beim MPEG-Layer-3-Verfahren zum Erreichen einer maximalen Redundanzreduktion eine sog. Huffman Tabelle aus einer Mehrzahl derartiger Tabellen zugeordnet. Im Bitstrom des AAC-Verfahrens, welches üblicherweise 1024 Spektralwerte aufweist, befinden sich nun die Huffman-Codewörter für die Spektralwerte in aufsteigender Frequenzreihenfolge. Die Information über die in jedem Frequenzabschnitt verwendete Tabelle wird in den Seiteninformationen übertragen. Diese Situation ist in Fig. 6 dargestellt.

Fig. 6 stellt den beispielhaften Fall dar, bei dem der Bitstrom 10 Huffman-Codeworte umfaßt. Wenn immer aus einem

Spektralwert ein Codewort gebildet wird, so können hier 10 Spektralwerte codiert sein. Üblicherweise werden jedoch immer 2 oder 4 Spektralwerte durch ein Codewort gemeinsam codiert, weshalb Fig. 6 einen Teil des codierten Bitstroms darstellt, der 20 bzw. 40 Spektralwerte umfaßt. In dem Fall, in dem jedes Huffman-Codewort 2 Spektralwerte umfaßt, stellt das mit der Nr. 1 bezeichnete Codewort die ersten 2 Spektralwerte dar, wobei die Länge des Codeworts Nr. 1 relativ klein ist, was bedeutet, daß die Werte der beiden ersten Spektralwerte, d. h. der beiden niedrigsten Frequenzkoeffizienten, relativ häufig auftreten. Das Codewort mit der Nr. 2 hingegen besitzt eine relativ große Länge, was bedeutet, daß die Beträge des 3. und 4. Spektralkoeffizienten im codierten Audiosignal relativ selten sind, weshalb dieselben mit einer relativ großen Bitmenge codiert werden. Aus Fig. 6 ist ferner ersichtlich, daß die Codewörter mit den Nr. 3, 4 und 5, die die Spektralkoeffizienten 5 und 6, bzw. 7 und 8 bzw. 9 und 10 darstellen, ebenfalls relativ häufig auftreten, da die Länge der einzelnen Codewörter relativ gering ist. Ähnliches gilt für die Codewörter mit den Nr. 6 - 10.

Wie es bereits erwähnt wurde, ist es aus Fig. 6 deutlich ersichtlich, daß die Huffman-Codewörter für die codierten Spektralwerte bezüglich der Frequenz linear ansteigend im Bitstrom angeordnet sind, wenn ein Bitstrom betrachtet wird, der durch eine bekannte Codiervorrichtung erzeugt wird.

Ein großer Nachteil von Huffman-Codes im Falle fehlerbehafteter Kanäle ist die Fehlerfortpflanzung. Es sei beispielsweise angenommen, daß das Codewort Nr. 2 in Fig. 6 gestört ist. Mit einer gewissen nicht niedrigen Wahrscheinlichkeit ist dann auch die Länge dieses falschen Codeworts Nr. 2 verändert. Dieselbe unterscheidet sich somit von der richtigen Länge. Wenn im Beispiel von Fig. 6 das Codewort Nr. 2 bezüglich seiner Länge durch eine Störung verändert worden ist, ist es für einen Codierer nicht mehr möglich, die Anfänge der Codewörter 3 - 10, d. h. fast des gesamten dargestellten Audiosignals, zu bestimmen. Es können also auch

alle anderen Codewörter nach dem gestörten Codewort nicht mehr richtig decodiert werden, da nicht bekannt ist, wo diese Codewörter beginnen, und da ein falscher Startpunkt aufgrund des Fehlers gewählt wurde.

Das europäische Patent Nr. 0612156 schlägt als Lösung für das Problem der Fehlerfortpflanzung vor, einen Teil der Codewörter variabler Länge in einem Raster anzuordnen, und die restlichen Codewörter in die verbleibenden Lücken zu verteilen, so daß ohne vollständige Decodierung oder bei fehlerhafter Übertragung der Anfang eines an einem Rasterpunkte angeordneten Codeworts leichter gefunden werden kann.

Das bekannte Verfahren schafft für die Fehlerfortpflanzung zwar eine teilweise Abhilfe durch Umsortierung der Codewörter. Für manche Codewörter wird ein fester Platz im Bitstrom vereinbart, während für die restlichen Codewörter die verbleibenden Zwischenräume zur Verfügung stehen. Dies kostet keine zusätzlichen Bits, verhindert aber im Fehlerfall die Fehlerfortpflanzung unter den umsortierten Codewörtern.

Entscheidender Parameter für die Effizienz des bekannten Verfahrens ist jedoch, wie das Raster in der praktischen Anwendung bestimmt wird, d. h. wie viele Rasterpunkte verwendet werden müssen, welchen Rasterabstand die Rasterpunkte haben, usw. Das europäische Patent 0612156 liefert jedoch neben dem allgemeinen Hinweis, ein Raster zur Eindämmung der Fehlerfortpflanzung zu verwenden, keine näheren Hinweise darauf, wie das Raster effizient gestaltet werden soll, um einerseits eine fehlerrobuste Codierung und andererseits auch eine effiziente Codierung zu ermöglichen.

Die deutsche Patentanmeldung 19747119.6-31, die nach dem Anmeldetag der vorliegenden Anmeldung veröffentlicht wird, schlägt vor, nicht nur irgendwelche Codewörter an Rasterpunkten anzuordnen, sondern psychoakustisch bedeutsame Codewörter, d. h. Codewörter für Spektralwerte, die einen

bedeutsamen Beitrag zum Audiosignal liefern, an Rasterpunkten anzuordnen. Ein Datenstrom mit Codeworten variabler Länge, wie er von einem solchen Codierer erzeugt wird, ist in Fig. 5 gezeigt. Der Datenstrom umfaßt ebenfalls wie in Fig. 6 10 Codeworte, wobei die Prioritätscodeworte schraffiert sind. Das erste Prioritätscodewort ist an einem ersten Rasterpunkt 100 beginnend angeordnet, das zweite Prioritätscodewort ist an einem zweiten Rasterpunkt 101 beginnend angeordnet, das dritte Prioritätscodewort ist an einem dritten Rasterpunkt 102 beginnend angeordnet, das vierte Prioritätscodewort ist an einem vierten Rasterpunkt 103 beginnend angeordnet, und das fünfte Prioritätscodewort ist an einem fünften Rasterpunkt 104 beginnend angeordnet. Durch die Rasterpunkte 100 und 101 ist ein erstes Segment 105 definiert. Auf ähnliche Art und Weise ist ein zweites 106, ein drittes 107, ein viertes 108 und ein Abschlußsegment 109 definiert. In Fig. 5 ist gezeigt, daß die ersten beiden Segmente 105 und 106 eine andere Länge als die beiden Segmente 107 und 108 und wieder eine andere Länge als das Schlußsegment 109 haben. Die Nicht-Prioritätscodeworte 6, 7, 8, 9 und 10 werden an die Prioritätscodeworte anschließend in den Datenstrom eingetragen, derart, daß derselbe gewissermaßen aufgefüllt wird. Wie es in Fig. 5 gezeigt ist, werden bei dem nachveröffentlichten Verfahren die Nicht-Prioritätscodeworte fortlaufend in das Raster eingefügt, nachdem die Prioritätscodeworte geschrieben worden sind. Im einzelnen wird das Nicht-Prioritätscodewort Nr. 6 an das Nicht-Prioritätscodewort 1 anschließend eingetragen. Der dann noch in dem Segment 105 verbleibende Platz wird mit den anschließenden Nicht-Prioritätscodewort 7 aufgefüllt, wobei der Rest des Nicht-Prioritätscodeworts 7, d. h. 7b, in den nächsten freien Platz, d. h. in das Segment 107 direkt an das Prioritätscodewort 3 anschließend geschrieben wird. Entsprechend wird mit den Nicht-Prioritätscodeworten 8 bis 10 verfahren.

Das in Fig. 5 dargestellte nachveröffentlichte Verfahren hat den Vorteil, daß die Prioritätscodeworte 1 bis 5 vor einer

Fehlerfortpflanzung geschützt sind, da ihre Anfangspunkte mit Rasterpunkten zusammenfallen und damit bekannt sind.

Ist nun beispielsweise das Prioritätscodewort 2 bei der Übertragung beschädigt worden, so wird bei dem in Fig. 6 gezeigten Stand der Technik ein Decodierer sehr wahrscheinlich keines der restlichen Codeworte 3 bis 10 mehr korrekt decodieren können. Bei dem in Fig. 5 gezeigten Verfahren fängt jedoch das nächste Codewort, d. h. das Prioritätscodewort 3, an dem Rasterpunkt 102 an, derart, daß der Decodierer auf jeden Fall den korrekten Anfang des Codeworts 3 finden wird. Somit wird bei dem in Fig. 5 gezeigten Verfahren überhaupt kein Folgefehler auftreten, und es wird nur das Prioritätscodewort Nr. 2 beschädigt sein. Dieses Verfahren liefert somit einen effektiven Schutz für Prioritätscodeworte, die an Rasterpunkten angeordnet sind.

Es besteht jedoch kein effektiver Schutz für Nicht-Prioritätscodeworte. Bezugnehmend auf Fig. 5 wird eine Beschädigung des Nicht-Prioritätscodeworts Nr. 6, derart, daß der Decodierer als falsches Codewort Nr. 6 ein um ein Bit kürzeres Codewort annimmt, dazu führen, daß auch das Codewort 7 nicht mehr korrekt decodiert werden kann, da das letzte Bit des korrekten Codeworts Nr. 6 bereits als Anfang des nächsten Codeworts Nr. 7 interpretiert wird. Somit wird ein Fehler im Codewort Nr. 6 dazu führen, daß sehr wahrscheinlich sämtliche daran anschließende Codeworte aufgrund eines Folgefehlers nicht mehr korrekt decodiert werden können, selbst wenn sie nicht durch einen Übertragungsfehler beeinträchtigt worden sind.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Konzept zum Schreiben und Lesen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge zu finden, daß einen besonderen Schutz gegen Folgefehler aufgrund einer nicht idealen Übertragung des Datenstroms liefert.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Erzeugen eines

Datenstroms gemäß Patentanspruch 1, durch ein Verfahren zum Lesen eines Datenstroms gemäß Patentanspruch 15, durch eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Datenstroms gemäß Patentanspruch 20 und eine Vorrichtung zum Lesen eines Datenstroms gemäß Patentanspruch 21 gelöst.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß ein Datenstrom mit Codeworten variabler Länge derart gestaltet werden muß, daß aufeinanderfolgende Codeworte sobald als möglich in dem Datenstrom voneinander entkoppelt werden, derart, daß ein Decodierer aufgrund eines Übertragungsfehlers nicht eine sehr hohe Anzahl von Folgefehlern erzeugt. Dazu werden zu übertragende Codeworte variabler Länge in eine Mehrzahl von Sätzen unterteilt. Der erste Satz könnte Prioritätscodeworte umfassen, während der zweite Satz Nicht-Prioritätscodeworte umfassen könnte. Um auch die Nicht-Prioritätscodeworte gegen Übertragungsfehler zu schützen, werden sie nicht einfach wie im Stand der Technik in das noch freie Raster geschrieben, sondern in die einzelnen Segmente verteilt. Nach einer festen Zuordnung, die einem Empfänger bekannt ist, werden Nicht-Prioritätscodeworte den Segmenten zugeordnet, derart, daß jedes Nicht-Prioritätscodewort, d. h. jedes Codewort aus dem zweiten Satz, einem anderen Segment des Datenstroms zugeordnet ist. Damit dies funktioniert, darf jeder Satz höchstens so viele Codeworte haben wie Segmente für den Datenstrom vorhanden sind. Somit wird zunächst der erste Satz von Codeworten in das Raster geschrieben, derart, daß jedes Codewort des ersten Satzes an einem Rasterpunkt beginnt. Anschließend wird versucht, jedes Codewort des zweiten Satzes in den Datenstrom zu schreiben, derart, daß jedes Codewort des zweiten Satzes in einem anderen Segment angeordnet ist. Durch diese Zuordnung, d. h. jedes Codewort des zweiten Satzes wird in ein anderes Segment geschrieben, wird ein Decodierer nicht mehr einfach die Codeworte des zweiten Satzes nacheinander decodieren, sondern für jedes Codewort des zweiten Satzes im Raster zu dem entsprechenden Segment gehen, um das entsprechende Codewort des zweiten Satzes dann aus diesem Segment zu extrahieren.

Ist ein Segment bereits nach dem Schreiben des Codeworts des ersten Satzes in dieses Segment so voll, daß das diesem Segment zugeordnete Codewort des zweiten Satzes nur teilweise oder gar keinen Platz mehr hat, so wird der Teil des Codeworts des zweiten Satzes, der noch Platz hat, in das zugeordnete Segment geschrieben und der Rest gespeichert. Hat das Codewort überhaupt keinen Platz, so wird das gesamte Codewort gespeichert, bis die Zuordnung jedes Codeworts des zweiten Satzes versucht worden ist. Erst dann wird ein zweiter Versuch unternommen, um die gespeicherten Teile bzw. die gespeicherten kompletten Codeworte des zweiten Satzes nach einer vorbestimmten Vorschrift an noch freie Segmentabschnitte zu schreiben.

Ist das Raster derart gestaltet, daß Codeworte des ersten Satzes existieren, die länger als die Segmentlänge sind, so kann das selbe Verfahren bereits für das Schreiben des ersten Satzes von Codeworten angewendet werden.

Ein Decodierer geht dann, wenn er die an Rasterpunkten beginnenden Codeworte des ersten Satzes aus dem Datenstrom extrahiert hat, zum Extrahieren der Codeworte des zweiten Satzes über. Findet ein Decodierer nur einen Teil eines Codewortes des zweiten Satzes von Codeworten, so wird dieser Teil gespeichert und es wird damit fortgefahren, in einem anderen Segment nach dem nächsten Codewort des zweiten Satzes zu suchen. Erst wenn alle Segmente in einem solchen ersten Versuch durchsucht worden sind, wird noch in einem zweiten bzw. einem weiteren Versuch der fehlende Teil eines Codeworts des zweiten Satzes ermittelt bzw. überhaupt ein Codewort des zweiten Satzes ermittelt, dessen zugeordnetes Segment bereits durch das Codewort des ersten Satzes vollständig belegt war.

Damit wird bezugnehmend auf Fig. 5 ein Fehler im Codewort Nr. 6 nicht mehr zu einem Fehler im Codewort Nr. 7 führen, da das Codewort Nr. 7 in einem anderen Segment als dem

Segment 105 beginnen würde und sich an das Codewort Nr. 6 ein vollständig anderes nicht zu dem selben benachbartes Codewort anschließen würde.

Zur weiteren Veranschaulichung sei ein einfaches Beispiel betrachtet. Es wird von zwei Codeworten im ersten Satz und von zwei Codeworten im zweiten Satz, also von insgesamt 4 Codeworten variabler Länge ausgegangen. Ferner wird zum Vergleich mit dem Stand der Technik angenommen, daß die Codeworte 1 und 3 zusammen so lang sind, daß sie in das erste Segment passen, und daß die Codeworte 2 und 4 zusammen so lang sind, daß sie komplett in das zweite Segment passen. In diesem Fall würde eine Vorrichtung gemäß dem Stand der Technik denselben Datenstrom schreiben wie eine Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung gemäß dem Stand der Technik würde zunächst die Prioritätscodeworte 1 und 2 an die beiden Rasterpunkte schreiben und dann das Codewort Nr. 3 an das Codewort Nr. 1 anschließend schreiben und das Codewort Nr. 4 an den nächsten freien Platz im Raster, also an das Codewort Nr. 2 anschließend schreiben. Lediglich zufällig steht somit das Codewort Nr. 4 nicht mehr (zumindest teilweise) im ersten Segment sondern vollständig im zweiten Segment.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung wird zunächst die Codeworte des ersten Satzes an die entsprechenden Rasterpunkte schreiben und dann das erste Codewort des zweiten Satzes in das erste Segment schreiben und das Codewort des zweiten Satzes in das zweite Segment schreiben, und zwar unabhängig davon, ob im ersten Segment noch Platz ist oder nicht. Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird somit auf jeden Fall versuchen, jedes Codewort des zweiten Satzes in ein anderes Segment zu schreiben.

Obwohl die beiden Datenströme zufällig identisch aussehen, ergibt sich doch ein wesentlicher Unterschied für den Empfänger, der die Codeworte variabler Länge wieder aus dem Datenstrom extrahiert, um sie wieder in ihre für einen De-

codierer benötigte Reihenfolge zu bringen. Im Stand der Technik wird eine Vorrichtung zum Extrahieren zunächst das Codewort Nr. 1 am ersten Rasterpunkt und das Codewort Nr. 2 am zweiten Rasterpunkt lesen, um die Codeworte des ersten Satzes zu erhalten. Dann wird eine Vorrichtung gemäß dem Stand der Technik an den Beginn des verbleibenden Datenstroms gehen und dort das Codewort Nr. 3 lesen und darin anschließend das Codewort Nr. 4 lesen.

Eine Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung wird nach dem Lesen der Codeworte 1 und 2 des ersten Satzes ebenfalls an den Beginn des verbleibenden Datenstroms gehen und dort das Codewort Nr. 3 lesen. Dann wird die erfindungsgemäße Vorrichtung jedoch in das nächste Segment springen, um dort den Beginn des vierten Codeworts, d. h. des zweiten Codeworts des zweiten Satzes, zu finden.

Im nachfolgenden wird nun angenommen, daß das Codewort Nr. 3, d. h. das erste Codewort des zweiten Satzes, das in dem fiktiven Datenstrom hinter das erste Codewort des ersten Satzes geschrieben wurde, derart gestört worden ist, daß ein Decodierer dasselbe als ein kürzeres Codewort interpretieren wird, als es tatsächlich ist. In diesem Fall wird die bekannte Vorrichtung zum Lesen des Datenstroms Codewort Nr. 3 lesen und aufgrund des Übertragungsfehlers zu früh aufhören und das bzw. die restlichen Bits, die eigentlich zu dem Codewort Nr. 3 gehörten, bereits als Beginn des Codeworts Nr. 4 werten. Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird jedoch nach Abschluß des Codeworts Nr. 3 ins nächste Segment springen und somit korrekt den Anfang des Codeworts Nr. 4 ermitteln.

Anhand dieses einfachen Beispiels ist deutlich der wesentliche Vorteil der vorliegenden Erfindung zu sehen, derart, daß sie aufgrund der Aufteilung der Codeworte des zweiten Satzes in die einzelnen Segmente Folgefehler auch in Codeworten des zweiten Satzes, die beispielsweise Nicht-Prioritätscodeworte sein könnten, verhindert. Im Stand der Tech-

nik treten dagegen Folgefehler auf, wie es bezugnehmend auf Fig. 5 beschrieben wurde, obwohl die Datenströme aus Codeworten variabler Länge, die durch den Stand der Technik und durch die vorliegende Erfindung erzeugt werden, zufällig identisch sein könnten.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen detailliert erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Erzeugen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge;

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Lesen eines Datenstroms mit Codeworten variabler Länge;

Fig. 3 ein Verfahrensablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand von drei Sätzen von Codeworten variabler Länge;

Fig. 4 ein Verfahrensablaufdiagramm zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Lesen eines Datenstroms, der gemäß Fig. 3 erzeugt worden ist;

Fig. 5 ein Datenstrom, der durch eine bekannte Vorrichtung erzeugt wird, bei dem die Prioritätscodeworte einer Fehlerfortpflanzung ausgesetzt sind; und

Fig. 6 ein Datenstrom, bei dem eine Sortierung in Prioritätscodeworte und Nicht-Prioritätscodeworte durchgeführt ist.

Bevor auf Fig. 1 näher eingegangen wird, sei angemerkt, daß eine Codierung mit Codeworten variabler Länge in der Technik auch als Entropie-Codierung bezeichnet wird. Ein Vertreter der Entropie-Codierung ist die sogenannte Huffman-Codierung. Prinzipiell werden bei der Huffman-Codierung die zu codierenden Informationssymbole statistisch untersucht, um für

die Informationssymbole, die häufiger auftreten, kürzere Codeworte zu bestimmen als für Informationssymbole, die weniger häufig auftreten. Bei einem vollständigen Huffman-Code sind sämtliche Codeworte abgeschlossene Enden oder Zweige eines Codebaums. Ein Huffman-Decodierer liest einen Datenstrom mit Huffman-Codeworten beispielsweise seriell ein und springt anschaulich gesprochen mit jedem Bit, das er zusätzlich einliest, zu einer Verzweigung des festgelegten Codebaums, bis er nach einer bestimmten Anzahl von Sprüngen, die der Anzahl von Bits des Codeworts, d. h. der Länge des Codeworts, entspricht, an einem Zweigende ankommt, das keine weitere Verzweigung aufweist, und somit ein Codewort ist. Dann weiß der Decodierer, daß mit dem nächsten Bit ein neues Codewort beginnt. Dieses Verfahren wird so oft wiederholt, bis der Datenstrom vollständig eingelesen ist. Mit jedem Mal, zu dem der Huffman-Codierer wieder an den Anfangspunkt, d. h. die Wurzel des Baumes zurückspringt, liegt an seinem Ausgangspunkt ein Codewort vor. Da die Länge der Codeworte implizit durch die Codeworte selbst bzw. durch den im Codierer und im Decodierer bekannten Codebaum gegeben ist, ist zu sehen, daß eine Störung im Datenstrom, die zu einer Umkehrung eines Bits führt, den Decodierer in dem Codebaum gewissermaßen irreführt, derart, daß er zu einem anderen Codewort, d. h. einem falschen Codewort, gelangt, das sehr wahrscheinlich eine andere Länge hat als das richtige Codewort. In diesem Fall wird der Decodierer, wenn er an dem falschen Codewort angelangt ist, wieder zurückspringen und aufgrund der dann folgenden Bits wieder von Verzweigungspunkt zu Verzweigungspunkt in dem Codebaum laufen. Der Decodierer hat jedoch keine Möglichkeit, einen Folgefehler zu vermeiden, es sei denn, daß er zufällig wieder auf die "richtige Spur" kommt.

Daher müssen für eine fehlerrobuste Übertragung Fehlersicherungen unternommen werden, wie sie die vorliegende Erfindung vorsieht. Die Vorrichtung zum Erzeugen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge gemäß der vorliegenden Erfindung könnte daher gewissermaßen als Sende- oder Ausgangsstufe

eines Huffman-Codierers fungieren, während die Vorrichtung zum Lesen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge als Empfangs- bzw. Eingangsstufe eines Huffman-Decodierers wirken könnte. Daraus ist jedoch zu sehen, daß die vorliegende Erfindung nicht nur auf Huffman-Codierer anwendbar ist, sondern auf jeglichen Code mit Codeworten variabler Länge, der für Folgefehler anfällig ist.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 10 zum Erzeugen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge, die einen Eingang 12 und einen Ausgang 14 aufweist. An dem Eingang 12 liegen die Codeworte variabler Länge an, während an dem Ausgang 14 der fehlerrobuste Datenstrom ausgegeben wird. Die Codeworte variabler Länge am Eingang 12 der Vorrichtung 10 sind bevorzugterweise bereits vorsortiert, derart, daß Prioritätscodeworte in einem ersten Satz sind, weniger wichtige Codeworte in einem zweiten Satz sind, wieder weniger wichtige Codeworte in einem dritten Satz sind etc.

Die Codeworte variabler Länge werden in eine Einrichtung 16 zum Schreiben der Codeworte des ersten Satzes in den Datenstrom, derart, daß die Codeworte des ersten Satzes jeweils an Rasterpunkten beginnen, eingegeben.

Die Codeworte variabler Länge werden ferner in eine Einrichtung 18 zum Schreiben der Codeworte des zweiten Satzes in den Datenstrom eingegeben, wobei jedem Codewort des zweiten Satzes ein unterschiedliches Segment zugeordnet ist. Der Datenstrom zwischen den beiden Einrichtungen 16 und 18 ist somit ein Datenstrom, bei dem lediglich sämtliche Codeworte des ersten Satzes an Rasterpunkten eingetragen sind. Bestehen die Codeworte variabler Länge lediglich aus zwei Sätzen von Codeworten, so liegt am Ausgang der Einrichtung 18 bereits der fehlerrobuste Datenstrom vor. Existieren mehr als zwei Sätze von Codeworten variabler Länge, so existieren weitere Einrichtungen zum Schreiben der Codeworte des entsprechenden Satzes in den Datenstrom, was durch das Bezugszeichen 20 symbolisch dargestellt ist.

Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 22 zum Lesen des an dem Ausgang 14 (Fig. 1) ausgegebenen fehlerrobusten Datenstroms, die einen Eingang 24 und einen Ausgang 26 aufweist. An dem Eingang 24 wird der fehlerrobuste Datenstrom eingegeben, um an dem Ausgang 26 Codeworte variabler Länge auszugeben, deren Reihenfolge der Reihenfolge entspricht die an dem Eingang 12 (Fig. 1) vorgelegen hat. Die Vorrichtung 22 zum Lesen des Datenstroms umfaßt eine Einrichtung 28 zum Extrahieren der Codeworte des ersten Satzes durch Springen zu den Rasterpunkten, eine nachgeschaltete Einrichtung 30 zum Extrahieren der Codeworte des zweiten Satzes durch Springen zu den Rasterpunkten des verbleibenden Datenstroms sowie gegebenenfalls weitere Einrichtungen 32 zum Extrahieren von Codeworten entsprechend der weiteren Sätze, falls solche vorhanden sind.

Bevor anhand von Fig. 3 das durch die Vorrichtung 10 (Fig. 1) ausgeführte Verfahren anhand eines Beispiels detailliert ausgeführt wird, wird zunächst eine Zusammenfassung des Verfahrens gegeben. So werden die verfügbaren Codeworte in eine Mehrzahl von Sätzen aufgeteilt. Jeder Satz mit Ausnahme des letzten umfaßt soviele Codeworte wie Segmente verfügbar sind. Im günstigsten Fall enthält ein Satz so viele Codeworte wie Segmente vorhanden sind, ein Satz kann aber auch mehr oder weniger enthalten, wie es für den letzten Satz nahezu zwangsläufig der Fall sein wird, da von einer vorbestimmten Anzahl von Codeworten variabler Länge ausgegangen werden muß. Sind M Segmente vorhanden und hat ein Satz N Codeworte, so entspricht die Anzahl der Codeworte, die an Rasterpunkte geschrieben werden, dem Minimum aus M und N , während die Anzahl der Versuche, die N Codeworte in dem Raster erfindungsgemäß unterzubringen, dem Maximum aus M und N entspricht.

Der erste Satz enthält vorzugsweise die wichtigsten Codeworte, d. h. die Prioritätscodeworte, die Informationssymbole darstellen, die im Vergleich zu den anderen Informationssymbolen bedeutsamer sind. Die folgenden Sätze enthalten weni-

ger wichtige Codeworte in der Reihenfolge, wie sie durch einen Vorsortieralgorithmus geliefert wird, der vorzugsweise auch die Einteilung in Prioritätscodeworte und Nicht-Prioritätscodeworte durchführt. Diese Sätze werden durch die Einrichtung 10 aufeinanderfolgend geschrieben. Das Schreiben eines Satzes dürfte mehrere Versuche benötigen. Im ersten Versuch wird das erste Codewort des aktuellen Satzes in das erste Segment geschrieben und so weiter, bis das letzte Codewort des gegenwärtigen Satzes in das letzte Segment geschrieben wird. Selbstverständlich könnte auch mit dem zweiten, mit dem dritten oder mit irgendeinem anderen Segment begonnen werden und dann nach einer bestimmten festgelegten Vorschrift jedes Segment beschrieben werden.

Wenn ein Codewort nicht in ein Segment paßt, wird der restliche Teil dieses Codeworts gespeichert. Im zweiten Versuch wird der restliche Teil des ersten Codeworts, falls vorhanden, in vorzugsweise das zweite Segment geschrieben usw., bis der restliche Teil des letzten Codeworts vorzugsweise in das erste Segment geschrieben wird. Ein solcher Algorithmus kann auch als Modulo-Verschiebung bezeichnet werden. Selbstverständlich ist die vorbestimmte Vorschrift, ob ein Rest eines Codeworts im nächsten Durchgang, d. h. im nächsten Versuch, in das darauffolgende Segment, in das übernächste Segment usw. geschrieben wird, beliebig.

Wenn ein Satz vollständig geschrieben ist, beginnt das Schreiben des nächsten Satzes. Um gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung Fortpflanzungsfehler noch stärker zu unterbinden, wird die Schreibrichtung innerhalb des Segments von Satz zu Satz verändert. Codeworte des ersten Satzes werden z.B. von links nach rechts geschrieben, während Codeworte des zweiten Satzes von rechts nach links geschrieben werden usw. Somit wird auch gemäß diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel mit der vorliegenden Erfindung die zweite Seite eines Rasterpunktes für eine gewissermaßen absolute Fehlersicherung ausgenutzt.

Die Verwendung des im vorhergehenden kurz zusammengefaßten Schemas kann die Anzahl von Fehlerausbreitungsmöglichkeiten für ein bestimmtes Codewort sehr stark reduzieren. Da die Sätze aufeinanderfolgend geschrieben werden und da jedes Codewort eines Satzes einem bestimmten Segment zugeordnet ist und auch in das Segment geschrieben wird, falls noch Platz in diesem Segment ist, ist keine Fehlerausbreitungsmöglichkeit von einem Codewort innerhalb eines Satzes zum nächsten Codewort innerhalb des Satzes möglich, da ein Decodierer beim Decodieren immer von Segment zu Segment springt und nicht wie beim Stand der Technik den Beginn eines Codeworts dort annimmt, wo das vorausgehende endete. Für den Fall, daß ein Codewort nur teilweise in dieses Segment geschrieben wird, da der vorhandene Platz nicht mehr reicht, um das Codewort vollständig einzutragen, wird die Möglichkeit der Fehlerausbreitung zumindest reduziert.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird die Segmentbreite derart gewählt, daß die Prioritätscodeworte vollständig in die Segmente passen. Daher benötigt das Schreiben des ersten Satzes nur einen Versuch. Dies ist jedoch beliebig. Da generell eine hohe Anzahl von Rasterpunkten für einen Datenstrom, d. h. eine möglichst kleine Segmentlänge angestrebt wird, dürfte auch der Fall aufkommen, daß auch Codeworte des ersten Satzes länger als die Segmentlänge sind. Dieser Fall würde jedoch ebenfalls wie das Schreiben des zweiten Satzes, d. h. ebenfalls nach einer vorbestimmten Vorschrift, die sowohl dem Codierer als auch dem Decodierer bekannt sein müssen, behandelt werden.

In Fig. 3 ist anhand eines Beispiels das erfindungsgemäße Verfahren zum Schreiben von Codeworten variabler Länge dargestellt. Im Beispiel existieren 15 Codeworte variabler Länge 30, die vorzugsweise in einen ersten Satz mit 6 Codeworten 1 bis 6, in einen zweiten Satz mit ebenfalls 6 Codeworten 7 bis 12 und in einen dritten Satz mit den restlichen 3 Codeworten 13 bis 15 aufgeteilt sind. Wie es in Fig. 3 ge-

zeigt ist, haben die Codeworte 30 variable Längen.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist die Segmentlänge, d. h. die Länge eines Segments, größer als die Länge des längsten Codeworts des ersten Satzes. Die Codeworte des ersten Satzes werden an Rasterpunkten 41 bis 46 angeordnet, wobei für das letzte Segment Nr. 6 ein Rasterpunkt gestrichelt angedeutet ist, der jedoch nicht verwendet wird, da das Ende 47 des Datenstroms gewissermaßen ebenfalls als Rasterpunkt angesehen werden kann und der gestrichelt angedeutete Rasterpunkt somit überflüssig ist. Das erste Segment Nr. 6 ist daher länger als die anderen Segmente, was für die vorliegende Erfindung jedoch völlig unerheblich ist. Die Segmente können allgemein gesagt beliebige Längen haben, die sich innerhalb des Datenstroms ändern, wobei jedoch die aktuelle Länge eines Segments selbstverständlich dem Decodierer bekannt sein muß, damit die erfindungsgemäßen Vorteile genutzt werden können.

Zunächst werden in einem Schritt a) die Codeworte des ersten Satzes in den Datenstrom geschrieben, woraus sich ein mit 31 bezeichneter bruchstückhafter Datenstrom ergibt, bei dem die Codeworte des ersten Satzes von links nach rechts in ein jeweiliges Segment geschrieben werden, wie es durch Pfeile 48 angedeutet ist, die in der gesamten Fig. 3 die Schreibrichtung symbolisieren sollen. Da die Segmentlänge länger als die größte Länge eines Codeworts des ersten Satzes gewählt ist, wird für den Schritt a) lediglich ein einziger Versuch benötigt. Sind die Segmente kürzer, werden entsprechend mehr Versuche benötigt.

In einem Schritt b) werden nun die Codeworte des zweiten Satzes in den Datenstrom 31 geschrieben. Um eine hohe Fehlerrobustheit zu erreichen, werden die Codeworte des zweiten Satzes bevorzugterweise nicht von links nach rechts wie die Codeworte des ersten Satzes geschrieben, sondern jeweils ausgehend von dem zweiten Rasterpunkt z.B. dem Rasterpunkt 42 für das erste Segment, von rechts nach links geschrieben,

wie es durch den entsprechenden Schreibrichtungspfeil angedeutet ist. Das Schreiben der Codeworte des zweiten Satzes findet nach einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift statt, die bei dem gewählten Beispiel derart lautet, daß das erste Codewort des zweiten Satzes in dem gleichen Segment geschrieben werden soll wie das erste Codewort des ersten Satzes, jedoch immer unter der Voraussetzung, daß in diesem Segment noch Platz ist. Der aus dem ersten Versuch entstandene Datenstrom 32 zeigt, daß im ersten Segment lediglich soviel Platz war, den Anfangsabschnitt des Codeworts Nr. 7 zu schreiben.

Im Gegensatz zum Stand der Technik, bei dem der zweite Teil des Codeworts Nr. 7 in das zweite Segment geschrieben worden wäre, wird die zweite Hälfte des Codeworts Nr. 7, d. h. 7b, gespeichert, um dasselbe nach einer vorbestimmten Vorschrift, d. h. nach einer Vorschrift die auch dem Decodierer bekannt sein muß, in einem zweiten Versuch in den Datenstrom zu schreiben. Fig. 3 macht deutlich, daß in dem zweiten Segment zwischen dem Codewort Nr. 2 und 8 noch soviel Platz vorhanden war, daß der Endabschnitt des Codeworts Nr. 7 eingetragen werden konnte. Wäre nicht genug Platz gewesen, so wäre der dritte Abschnitt des Codeworts in das Segment Nr. 3 eingetragen worden. Die vorbestimmte Vorschrift zum Eintragen des Codeworts Nr. 7 in den Datenstrom besteht bei Fig. 3 also darin, immer um ein Segment weiter zu gehen. Selbstverständlich könnte auch immer um zwei Segmente weitergegangen werden, oder um drei oder mehr, derart, daß dann der zweite Abschnitt 7b statt in das zweite Segment in das dritte, im nächsten Versuch in das fünfte etc. geschrieben werden könnte. Die Reihenfolge der Segmente, die verwendet wird, um den zweiten Teil des Abschnitt 7 irgendwo unterzubringen, ist beliebig. Sie muß jedoch dem Decodierer transparent sein, damit der umsortierte Datenstrom wieder gelesen werden kann.

In den entstandenen ebenfalls noch bruchstückhaften Datenstrom 33 sollen nun die Codeworte des dritten Satzes 13 bis 15 eingetragen werden. In Analogie zu dem Schritt b) ge-

schieht dies vorzugsweise anhand der selben Zuordnungsvorschrift, derart, daß das erste Codewort des dritten Satzes dem ersten Segment zugeordnet ist, das zweite Codewort des dritten Satzes dem zweiten Segment zugeordnet ist, das dritte Codewort des dritten Satzes dem dritten Segment zugeordnet ist usw. Diese Zuordnungsvorschrift ist für den dritten Satz völlig beliebig und kann sich auch von der Zuordnungsvorschrift für den zweiten Satz unterscheiden, wobei erfindungsgemäß jedes Codewort eines Satzes einem anderen Segment zugeordnet ist.

Der erste Versuch im Schritt c) war lediglich darin erfolgreich, den ersten Abschnitt des Codeworts Nr. 15 einzutragen, wodurch sich ein bruchstückhafter Datenstrom 34 ergeben hat. Die Codeworte 13, 14 und der zweite Abschnitt des Codeworts 15, d. h. 15b, werden gespeichert, um im zweiten, dritten, vierten, fünften und sechsten Versuch untergebracht zu werden, wobei im zweiten Versuch der zweite Abschnitt 15b im vierten Segment untergebracht werden konnte (Datenstrom 35), im dritten Versuch nichts untergebracht werden konnte, im vierten Versuch der Anfangsabschnitt des Codeworts 14 untergebracht werden konnte (Datenstrom 36), im fünften Versuch der Endabschnitt des Codeworts 14, d. h. 14b, untergebracht werden konnte (Datenstrom 37), und schließlich im sechsten und letzten Versuch das erste Codewort des dritten Satzes im sechsten Segment eingetragen werden konnte, wodurch sich der fehlerrobuste Datenstrom 38 für das hier skizzierte Beispiel ergibt. Das anhand von Fig. 3 beschriebene Verfahren stellt sicher, daß die Länge des fehlerrobusten Datenstroms genau der Summe der Längen der Codeworte variabler Länge entspricht, was im Sinne einer Entropiecodierung zur Datenreduzierung selbstverständlich ist. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf begrenzt, daß der fehlerrobuste Datenstrom die minimale Länge hat, da die Fehlerrobustheit nicht durch unter Umständen vorhandene Leerbits beeinträchtigt wird.

Wenn der in Fig. 3 gegebene robuste Datenstrom betrachtet

wird, so ist zu sehen, daß der Anfang des Codeworts Nr. 8, d. h. der Rasterpunkt 43, völlig unabhängig von dem Ende des Codeworts Nr. 7 ist. Auch der Anfang des Codeworts Nr. 9, d. h. der Rasterpunkt 44, ist völlig unabhängig von dem Ende des Codeworts Nr. 8. Ferner sei darauf hingewiesen, daß aufgrund der entgegengesetzten Schreibreihenfolge beispielsweise ein Datenfehler im Codewort Nr. 1 im ersten Segment, der dazu führt, daß das falsche Codewort aufgrund des Datenfehlers um ein Bit kürzer als das korrekte Codewort Nr. 1 ist, nicht zu einer Zerstörung des Anfangsabschnitts des Codeworts Nr. 7a führt, da dasselbe statt von links nach rechts von rechts nach links geschrieben wurde. Wäre dasselbe von links nach rechts geschrieben worden, so würde ein Decodierer das noch übrige Bit von dem ursprünglich korrekten Codewort Nr. 1 als Anfangsbit des Codeworts Nr. 7 nehmen, wodurch sich ein Folgefehler von 1 auf 7 ergeben würde. Dieser Folgefehler würde sich jedoch nicht auf 8 fortpflanzen, da Codewort Nr. 8 wieder völlig unabhängig von Codewort Nr. 7 ist, da die Schreibreihenfolge von rechts nach links gewählt wurde. Ist die Schreibreihenfolge des Codeworts Nr. 8 gleich der Schreibreihenfolge der Codeworte des ersten Satzes, so würde sich der Fehler ebenfalls nicht von 7 auf 8 fortpflanzen, da das Codewort Nr. 8 vor dem zweiten Teil 7b aufgrund der Zuordnungsvorschrift an das Codewort Nr. 2 angrenzend geschrieben werden würde und somit nicht durch einen falschen Abschnitt 7b beeinflußt wird.

Fig. 4 zeigt anhand eines entsprechenden Beispiels die Funktionsweise der Vorrichtung zum Lesen des fehlerrobusten Datenstroms 38 auf. Zunächst werden in einem Schritt a) die Codeworte des ersten Satzes aus dem fehlerrobusten Datenstroms extrahiert. Dazu liest die erfindungsgemäße Vorrichtung, die mit einem Huffman-Decodierer gekoppelt sein dürfte, ausgehend von dem ersten Rasterpunkt 41 das Codewort des ersten Satzes, ausgehend von dem zweiten Rasterpunkt 42 das Codeworts Nr. 2 des ersten Satzes, usw. bis alle Codeworte 1 bis 6 des ersten Satzes eingelesen sind. Selbstverständlich wählt auch die Vorrichtung zum Lesen des Datenstroms die

selbe Richtung, wie sie von der Vorrichtung zum Erzeugen angewendet worden ist.

Anschließend werden in einem Schritt b) aus dem noch verbleibenden Datenstrom 50 die Codeworte des zweiten Satzes extrahiert. Hierbei springt der Decodierer an den zweiten Rasterpunkt 42 des ersten Segments und erhält den Anfangsabschnitt des Codeworts 7 des zweiten Satzes und liest dann nicht den zweiten Abschnitt 7b ein, sondern 7a wird zunächst gespeichert, um dann das zweite Codewort des zweiten Satzes ausgehend von dem zweiten Rasterpunkt des zweiten Segments usw. einzulesen. Es ergibt sich somit ein Restdatenstrom 51, in dem das erste Segment schon vollständig geleert ist. Da der Decodierer nun nicht das Codewort 7 durchgehend liest sondern immer segmentweise aufgrund der Vorrichtung zum Erzeugen des Datenstroms verwendeten Zuordnungsvorschrift liest, wird die bereits beschriebene Fehlerrobustheit sichergestellt, die eine Ausbreitung von Folgefehlern stark reduziert.

In einem zweiten Versuch zum Extrahieren der Codeworte des zweiten Satzes wird nun im zweiten Segment entsprechend der vorhandenen Schreibrichtung der zweite Teil des Codeworts 7b gelesen, woraufhin in dem resultierenden Datenstrom 52 nur noch Codeworte des dritten Satzes verbleiben. (Das zweite Segment ist nun ebenfalls leer.) Diese werden in einem Schritt c) extrahiert, wobei zunächst in einem ersten Versuch der Anfangsabschnitt des Codeworts 15 eruiert worden ist, der jedoch gespeichert wird, da das Codewort 15 nicht vollständig in dem dritten Segment aufgefunden worden ist. Das dritte Segment ist nun ebenfalls leer, die Rasterpunkte existieren jedoch nach wie vor, damit der Decodierer sich an denselben orientieren kann. In einem zweiten Versuch kann das Codewort 15 vollständig gefunden werden. Die Suche nach dem Codewort 14 im Segment 3 und nach dem Codewort 15 im Segment 4 blieb jedoch erfolglos, was durch den Datenstrom 54 sichtbar ist. Im vierten Versuch führte jedoch die Suche von Codewort 14 im fünften Segment zu einem positiven Ergeb-

nis. Das Codewort 14 war jedoch nicht vollständig, weshalb der Anfangsabschnitt 14a gespeichert wurde, um dann in einem fünften Versuch den noch verbleibenden Datenstrom 55 zu untersuchen und schließlich in einem letzten sechsten Versuch den Datenstrom 56, der nur noch aus dem sechsten Segment und aus dem Codewort 13 besteht, vollständig einzulesen.

Obwohl im vorhergehenden Beispiel lediglich eine Stückelung in Anfangsabschnitt und Endabschnitt von Codeworten beispielhaft dargestellt worden ist, ist prinzipiell eine beliebige Stückelung möglich. Solange der Decodierer die Zuordnung von Codeworten des zweiten Satzes bzw. des dritten Satzes und weiterer Sätze zu jeweils unterschiedlichen Segmenten beachtet, wird eine fehlerrobuste Decodierung sichergestellt sein. Es ist ferner offensichtlich, daß die Einsortierung der Endabschnitte von Codeworten in den Datenstrom beliebig ist, solange der Decodierer bzw. die dem Decodierer vorgeschaltete Einleseschaltung genau weiß, welche vorbestimmte Vorschrift im Codierer ausgeführt worden ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge, die in einer Mehrzahl von Sätzen von Codeworten unterteilt sind, wobei für den Datenstrom ein Raster mit Rasterpunkten vorliegt, wobei zwei benachbarte Rasterpunkte (41, 42) ein Segment (40) definieren, wobei das Raster eine Mehrzahl von Segmenten aufweist, mit folgenden Schritten:
 - a1) Schreiben der Codeworte (1-6) des ersten Satzes, derart, daß Anfänge der Codeworte an Rasterpunkten unterschiedlicher Segmente liegen;
 - a2) falls ein Codewort länger als ein Segment ist, Schreiben des Rests des Codeworts in einen Bereich des Rasters, der nach dem Schritt a1) nicht beschrieben ist, entsprechend einer ersten vorbestimmten Vorschrift, bis alle Codeworte des ersten Satzes in das Raster geschrieben sind;
 - b1) Schreiben jedes Codeworts des zweiten Satzes in ein jedem einzelnen Codewort nach einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift zugeordnetes Segment, wobei jedem Codewort des zweiten Satzes ein unterschiedliches Segment zugeordnet ist, falls das jeweilige Codewort in das Segment paßt;
 - b2) falls nur ein Teil des jeweiligen Codeworts in das zugeordnete Segment paßt, bzw. falls das zugeordnete Segment voll ist, Schreiben des Teil (7a) des jeweiligen Codeworts (7) des zweiten Satzes in das zugeordnete Segment (1) und Speichern des Rest des Codeworts (7b) bzw. des ganzen Codeworts (13), dem das volle Segment zugeordnet ist;
 - b3) Schreiben des gespeicherten Rests (7b) und des gespeicherten ganzen Codeworts (13), die in dem

Schritten b1), b2) nicht in die jeweiligen Segmente paßten, in einen Bereich des Rasters, der nach den Schritten b1) und b2) nicht beschrieben ist, nach einer zweiten vorbestimmten Vorschrift, bis alle Codeworte des zweiten Satzes in das Raster geschrieben sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Codeworte des ersten Satzes in einer Reihenfolge vorliegen, wobei dieselben entsprechend ihrer Reihenfolge in benachbarte Segmente geschrieben werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die erste vorbestimmte Vorschrift im Schritt a2) folgendermaßen lautet:
 - i) Schreiben zumindest eines Teils des Rests eines Codeworts des ersten Satzes in das Segment, das dem Segment folgt, in dem der Anfangsabschnitt des Codewortes ist, falls in dem Segment Platz für zumindest einen Teil des Rests ist; und
 - ii) Durchführen des Schritts (i) für Reste aller weiteren Codeworte des ersten Satzes, falls solche vorhanden sind,
 - iii) Durchführen der Schritte (i), (ii), wobei immer für jeden Rest um ein Segment weitergegangen wird, bis sämtliche Codeworte des ersten Satzes in den Datenstrom geschrieben sind (31).
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Codeworte des zweiten Satzes in einer Reihenfolge vorliegen und die vorbestimmte Zuordnungsvorschrift das erste Codewort des zweiten Satzes dem Segment zuordnet, in dem der Anfang des ersten Codeworts des ersten Satzes ist, das zweite Codewort des zweiten Satzes dem Segment zuordnet, in dem der Anfang des

- zweiten Codeworts des ersten Satzes ist, und, falls vorhanden, jedem weiteren Codewort des ersten Satzes das Segment zuordnet, in dem der Anfang des entsprechenden Codeworts des ersten Satzes ist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die zweite vorbestimmte Vorschrift gleich der ersten vorbestimmten Vorschrift ist.
 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem nach der ersten oder zweiten vorbestimmten Vorschrift ein Codewort des entsprechenden Satzes, das nicht ganz in das zugeordnete Segment paßt, in drei oder mehr Teile zerfällt, wenn in den dem zugeordneten Segment folgenden Segmenten nur soviel Platz ist, daß wieder ein Rest verbleibt.
 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Rasterpunkte äquidistant angeordnet sind, wodurch sich gleich lange Segmente bis auf das letzte Segment ergeben, wobei die gleich langen Segmente länger oder gleich lang wie das längste Codewort des ersten Satzes sind, derart, daß jedes Codewort des ersten Satzes in das entsprechende Segment paßt.
 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Abschnitte, bei dem die Codeworte des ersten Satzes ausgehend von den jeweils ersten Rasterpunkten der Segmente in einer ersten Schreibrichtung geschrieben werden, und bei dem die Codeworte des zweiten Satzes ausgehend von den jeweils zweiten Rasterpunkten der Segmente in einer der ersten Schreibrichtung entgegengesetzten zweiten Schreibrichtung geschrieben werden.
 9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem ein dritter Satz von Codeworten vorhanden ist, wobei die dritten Codeworte wieder in der ersten Schreibrichtung in das Raster geschrieben werden, nachdem alle Codeworte des zweiten

Satzes in das Raster geschrieben sind.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Codeworte Huffman-Codeworte sind.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Codeworte Informationssymbole darstellen und Codeworte des ersten Satzes bedeutsamere Informationssymbole darstellen als Codeworte des zweiten Satzes oder weiterer Sätze.
12. Verfahren nach Anspruch 11 bei dem die Informationssymbole Spektralwerte eines Audiosignals sind und Codeworte des ersten Satzes psychoakustisch bedeutsame Spektralwerte darstellen, die vor einer Fehlerfortpflanzung aufgrund eines Übertragungsfehlers in dem Datenstrom zu schützen sind.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Länge des erzeugten Datenstroms gleich der Summe der Länge der Codeworte variabler Länge ist.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mehr als zwei Sätze von Codeworten vorhanden sind, das ferner folgenden Schritt aufweist:

Durchführen der Schritte b1), b2) und b3) für die Codeworte der weiteren Sätze von Codeworten, wobei die zweite vorbestimmte Vorschrift gleich der zweiten vorbestimmten Vorschrift des Schritts b2) entspricht, und wobei die vorbestimmte Zuordnungsvorschrift der vorbestimmten Zuordnungsvorschrift des Schritts b1) entspricht.

15. Verfahren zum Lesen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge, wobei der Datenstrom Codeworte einer Mehrzahl von Sätzen von Codeworten aufweist, wobei für den Datenstrom (38) ein Raster festgelegt ist, das Ra-

sterpunkte (41, 42) aufweist, wobei zwei benachbarte Rasterpunkte (41, 42) ein Segment (40) definieren, wobei der Datenstrom zumindest zwei Segmente aufweist, mit folgenden Schritten:

a) Extrahieren der Codeworte des ersten Satzes aus dem Datenstrom (38) durch folgende Teilschritte:

a1) für jedes Segment, Springen zu einem Rasterpunkt und Lesen eines dort beginnenden Codewortes;

a2) falls das an einem Rasterpunkt beginnenden Codewort am Ende des Segments nicht zu Ende ist, Speichern des gelesenen Abschnitts des Codeworts;

a3) Ermitteln des Rests des Codeworts auf der Basis einer ersten vorbestimmten Vorschrift, die bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde;

b) Extrahieren der Codeworte des zweiten Satzes von Codeworten aus dem nach dem Schritt a) verbleibenden Datenstrom (50) durch folgende Teilschritte:

b1) für jedes verbleibende Segment, Springen an einen Rasterpunkt des Segments auf der Basis einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift, die bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde, und Lesen des dort beginnenden Codeworts, um die Codeworte des zweiten Satzes zu erhalten,

b2) falls ein Codewort des zweiten Satzes an dem Ende eines entsprechenden Segments nicht zu Ende ist, Speichern des gelesenen Abschnitts des Codeworts des zweiten Satzes;

b3) Ermitteln des Rests des Codeworts bzw. des an einem Rasterpunkt nicht vorhandenen Codeworts auf der Basis einer zweiten vorbestimmten Vorschrift, die

bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde.

16. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem der Datenstrom mehr als zwei Sätze von Codeworten aufweist, das ferner folgenden Schritt aufweist:

Extrahieren der Codeworte des dritten Satzes durch Wiederholen der Schritte b1), b2) und b3), wobei die zweite vorbestimmte Vorschrift gleich der zweiten vorbestimmten Vorschrift des Schritt b3) ist, und wobei die Zuordnungsvorschrift gleich der Zuordnungsvorschrift des Schritts b1) ist.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, bei dem die Zuordnungsvorschrift, die beim Erzeugen des Datenstroms verwendet wurde, ein erstes Codewort des zweiten Satzes einem Segment zuordnet, in dem das erste Codewort des ersten Satzes beginnt, wobei in dem Schritt b1) an den ersten Rasterpunkt (41) gesprungen wird, um das erste Codewort des zweiten Satzes zu erhalten, an den zweiten Rasterpunkt (42) gesprungen wird, um das zweite Codewort des zweiten Satzes zu erhalten, usw., wobei, wenn an dem ersten Rasterpunkt (41) kein oder nur ein Teil eines Codeworts des zweiten Satzes beginnt, zunächst von allen Rasterpunkten aus gelesen wird, bevor ein fehlendes Codeworts bzw. ein fehlender Teil eines Codeworts auf der Basis der zweiten vorbestimmten Vorschrift ermittelt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, bei dem die erste vorbestimmte Vorschrift im Schritt a3) folgendermaßen lautet:

für jeden gespeicherten Abschnitt eines gelesenen Codeworts, Springen zu dem nächsten Rasterpunkt in dem nach dem Schritt a1) verbleibenden Datenstrom, um den Rest des Codeworts zu ermitteln,

falls ein Codewort bis zum Ende gelesen werden kann, Verbinden des zu Ende gelesenen Codeworts mit dem gespeicherten Abschnitt, um das Codewort des ersten Satzes vollständig zu erhalten, sonst, Speichern eines eventuell gelesenen Abschnitts und Wiederholen des Schritts des Springens zu dem nächsten Rasterpunkt, bis alle Codeworte des ersten Satzes vorliegen.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem so viele Codeworte in dem ersten Satz von Codeworten sind, wie der Datenstrom Segmente aufweist, und bei dem die Anzahl der Codeworte in dem bzw. den anderen Sätzen gleich oder kleiner als die Anzahl der Codeworte in dem ersten Satz ist, derart, daß sämtliche Codeworte des ersten Satzes an Rasterpunkte geschrieben werden.
20. Vorrichtung (10) zum Erzeugen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge, die in einer Mehrzahl von Sätzen von Codeworten unterteilt sind, wobei für den Datenstrom ein Raster mit Rasterpunkten vorliegt, wobei zwei benachbarte Rasterpunkte (41, 42) ein Segment (40) definieren, wobei das Raster eine Mehrzahl von Segmenten aufweist, mit folgenden Merkmalen:

- a) einer Einrichtung (16) zum Schreiben der Codeworte (1-6) des ersten Satzes, derart, daß Anfänge der Codeworte an Rasterpunkten unterschiedlicher Segmente liegen, wobei die Einrichtung (16) angeordnet ist, um

falls ein Codewort länger als ein Segment ist, den Rest des Codeworts in einen Bereich des Rasters, der nach dem Schritt a) nicht beschrieben ist, entsprechend einer ersten vorbestimmten Vorschrift zu schreiben, bis alle Codeworte des ersten Satzes in das Raster geschrieben sind;

- b) einer Einrichtung (18) zum Schreiben jedes Codeworts des zweiten Satzes in ein jedem einzelnen Codewort nach einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift zugeordnetes Segment, wobei jedem Codewort des zweiten Satzes ein unterschiedliches Segment zugeordnet ist, falls das jeweilige Codewort in das Segment paßt, wobei die Einrichtung (18) angeordnet ist, um

falls nur ein Teil des jeweiligen Codeworts in das zugeordnete Segment paßt, bzw. falls das zugeordnete Segment voll ist, den Teil (7a) des jeweiligen Codeworts (7) des zweiten Satzes in das zugeordnete Segment (1) zu schreiben, und den Rest des Codeworts (7b) bzw. das ganze Codewort (13), dem das volle Segment zugeordnet ist, zu speichern;

den gespeicherten Rest (7b) und das gespeicherte ganze Codewort (13), die in dem Schritten b1), b2) nicht in die jeweiligen Segmente paßten, in einen Bereich des Rasters, der nach den Schritten b1) und b2) nicht beschrieben ist, nach einer zweiten vorbestimmten Vorschrift zu schreiben, bis alle Codeworte des zweiten Satzes in das Raster geschrieben sind.

21. Vorrichtung (22) zum Lesen eines Datenstroms aus Codeworten variabler Länge, wobei der Datenstrom Codeworte einer Mehrzahl von Sätzen von Codeworten aufweist, wobei für den Datenstrom (38) ein Raster festgelegt ist, das Rasterpunkte (41, 42) aufweist, wobei zwei benachbarte Rasterpunkte (41, 42) ein Segment (40) definieren, wobei der Datenstrom zumindest zwei Segmente aufweist, mit folgenden Merkmalen:

- a) einer Einrichtung (28) zum Extrahieren der Codeworte des ersten Satzes aus dem Datenstrom (38), die angeordnet ist, um

für jedes Segment zu einem Rasterpunkt zu springen.

und ein dort beginnendes Codewort zu lesen;

falls das an einem Rasterpunkt beginnenden Codewort am Ende des Segments nicht zu Ende ist, den gelesenen Abschnitt des Codeworts zu speichern;

den Rest des Codeworts auf der Basis einer ersten vorbestimmten Vorschrift, die bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde, zu ermitteln; und

- b) einer Einrichtung (30) zum Extrahieren der Codeworte des zweiten Satzes von Codeworten aus dem nach dem Schritt a) verbleibenden Datenstrom (50), die angeordnet ist, um

für jedes verbleibende Segment an einen Rasterpunkt des Segments auf der Basis einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift, die bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde, zu springen und das dort beginnende Codewort zu lesen, um die Codeworte des zweiten Satzes zu erhalten,

falls ein Codewort des zweiten Satzes an dem Ende eines entsprechenden Segments nicht zu Ende ist, den gelesenen Abschnitt des Codeworts des zweiten Satzes zu speichern;

den Rest des Codeworts bzw. des an einem Rasterpunkt nicht vorhandenen Codeworts auf der Basis einer zweiten vorbestimmten Vorschrift, die bei der Erzeugung des Datenstroms verwendet wurde, zu ermitteln.

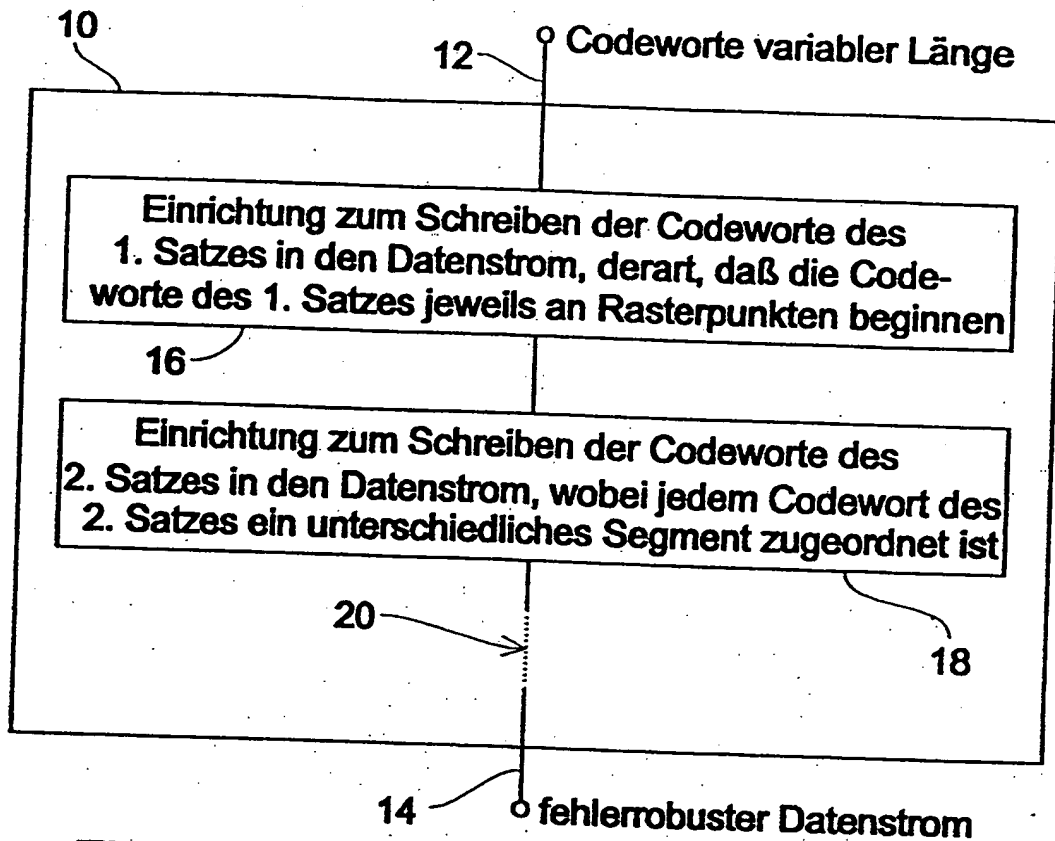


Fig. 1

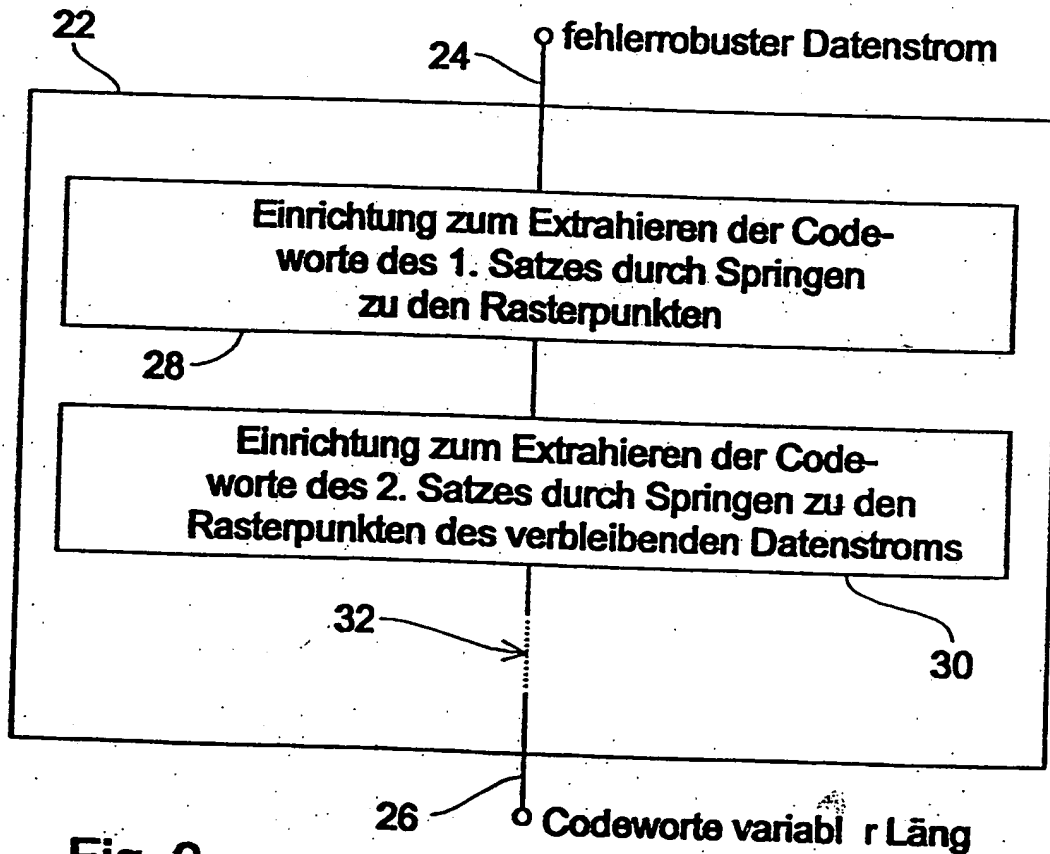
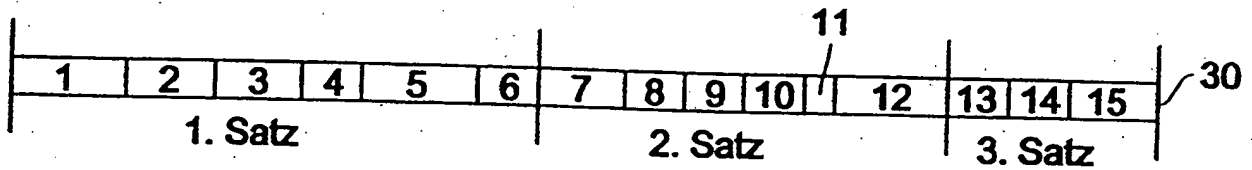
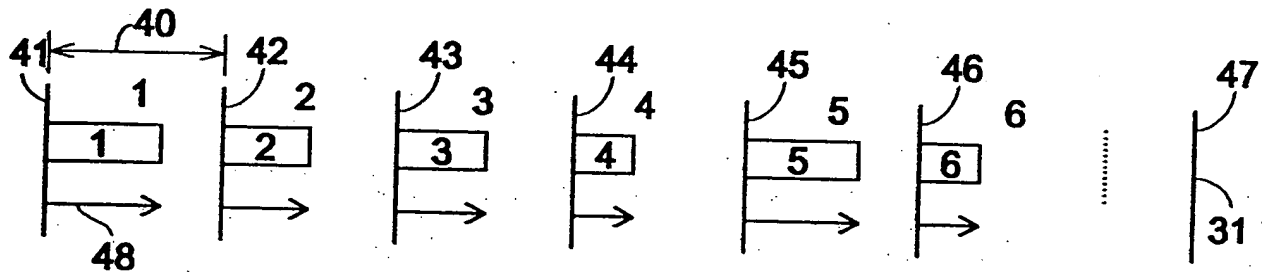


Fig. 2

Codeworte variabler Läng

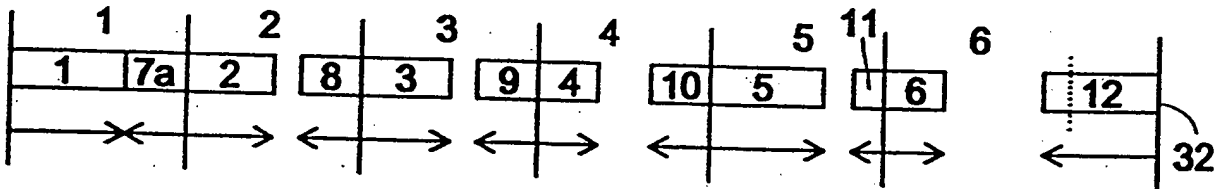


a) Schreiben der Codeworte des 1. Satzes



b) Schreiben der Codeworte des 2. Satzes

Versuch 1 (7 in 1, 8 in 2, 9 in 3, 10 in 4, 11 in 5, 12 in 6): Speichern von 7b



Versuch 2 (7 in 2):

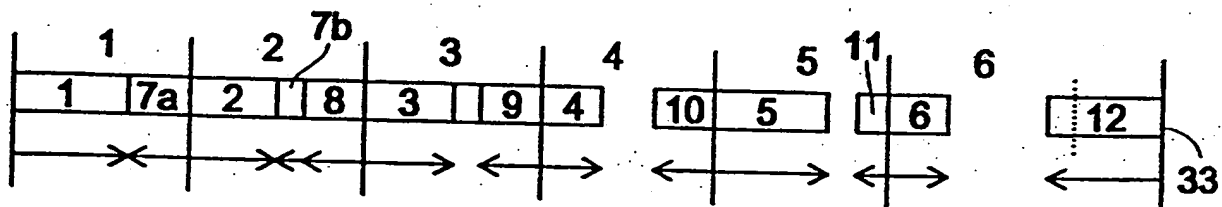
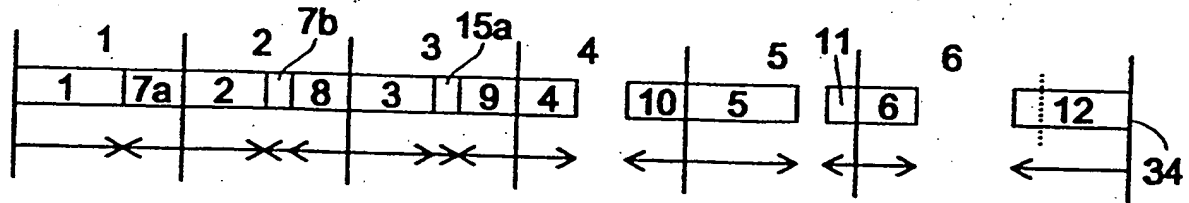


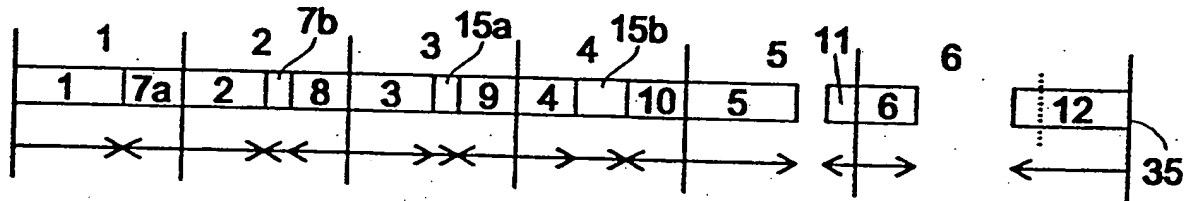
Fig. 3

c) Schreiben der Codeworte des 3. Satzes

Versuch 1 (13 in 1, 14 in 2, 15 in 3): Speichern von 13, 14, 15b

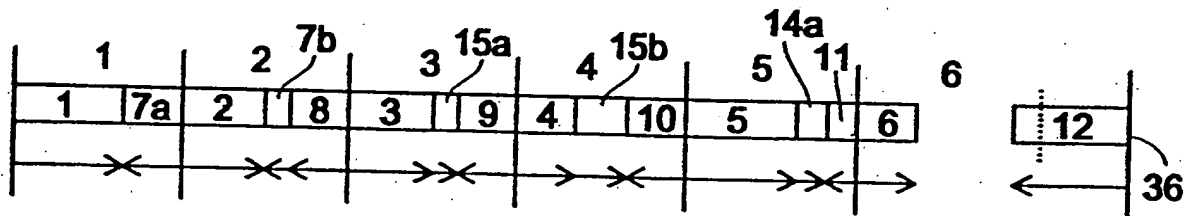


Versuch 2 (13 in 2, 14 in 3, 15 in 4): Speichern von 13, 14

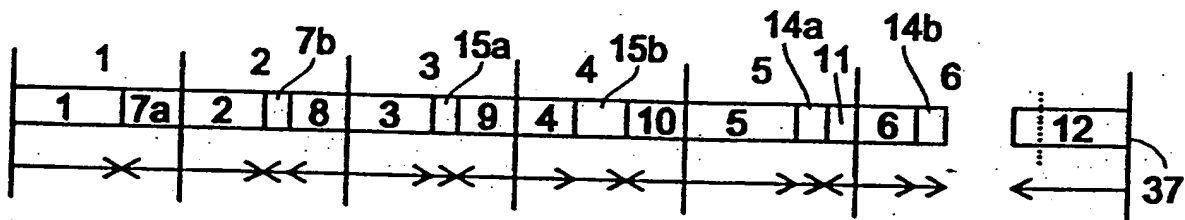


Versuch 3 (13 in 3, 14 in 4): Speichern von 13, 14

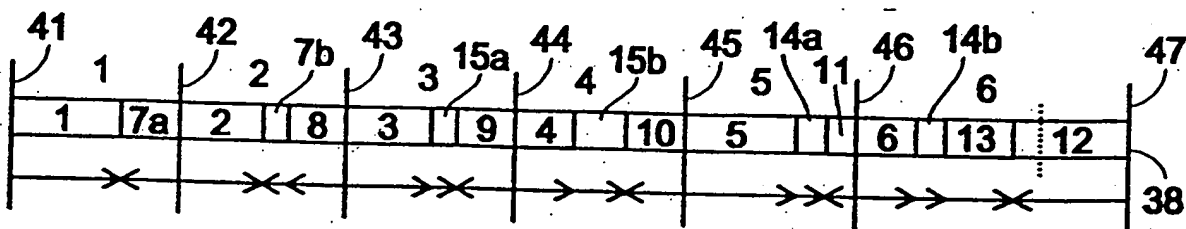
Versuch 4 (13 in 4, 14 in 5): Speichern von 13, 14b



Versuch 5 (13 in 5, 14 in 6): Speichern von 13



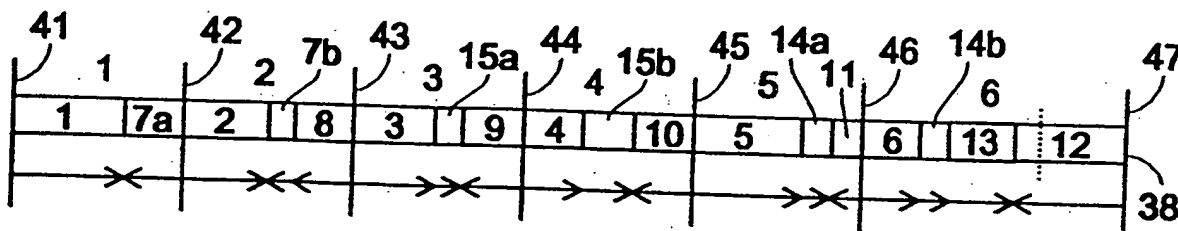
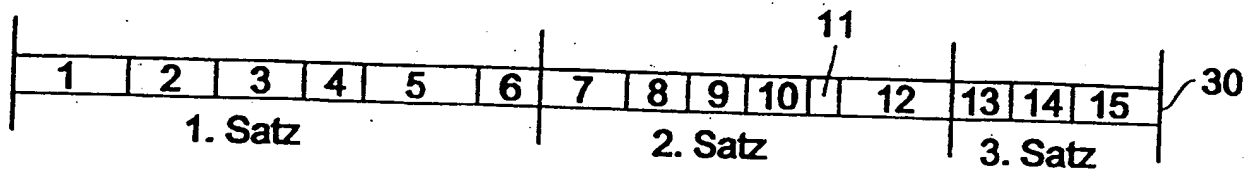
Versuch 6 (13 in 6)



fehlerrobuster Datenstrom

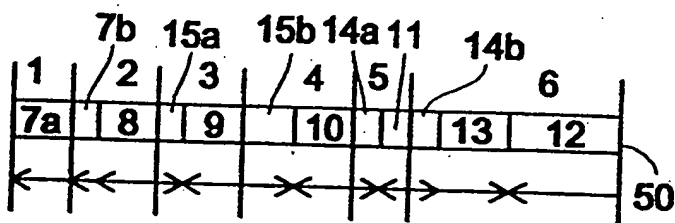
Fig. 3

Codeworte variabler Länge



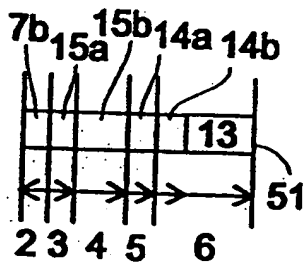
fehlerrobuster Datenstrom (Fig. 3)

a) Extrahieren der Codeworte des 1. Satzes



b) Extrahieren der Codeworte des 2. Satzes

Versuch 1 (Suchen von 7 in 1, 8 in 2, 9 in 3, 10 in 4, 11 in 5, 12 in 6)
Speichern von 7a



Versuch 2 (Suchen von 7 in 2)

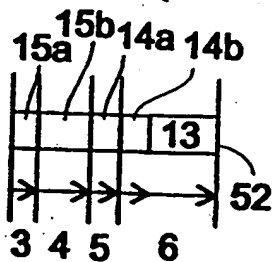
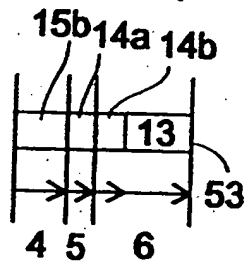


Fig. 4

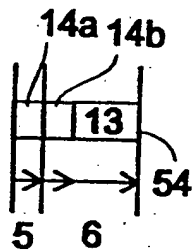
c) Extrahieren der Codeworte des 3. Satzes

Versuch 1 (Suchen von 13 in 1, 14 in 2, 15 in 3)



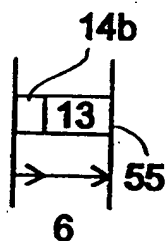
Speichern von 15a

Versuch 2 (Suchen von 13 in 2, 14 in 3, 15 in 4)



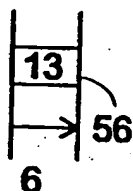
Versuch 3 (Suchen von 13 in 3, 14 in 4)

Versuch 4 (Suchen von 13 in 4, 14 in 5)



Speichern von 14a

Versuch 5 (Suchen von 13 in 5, 14 in 6)



Versuch 6 (Suchen von 13 in 6)

Fig. 4

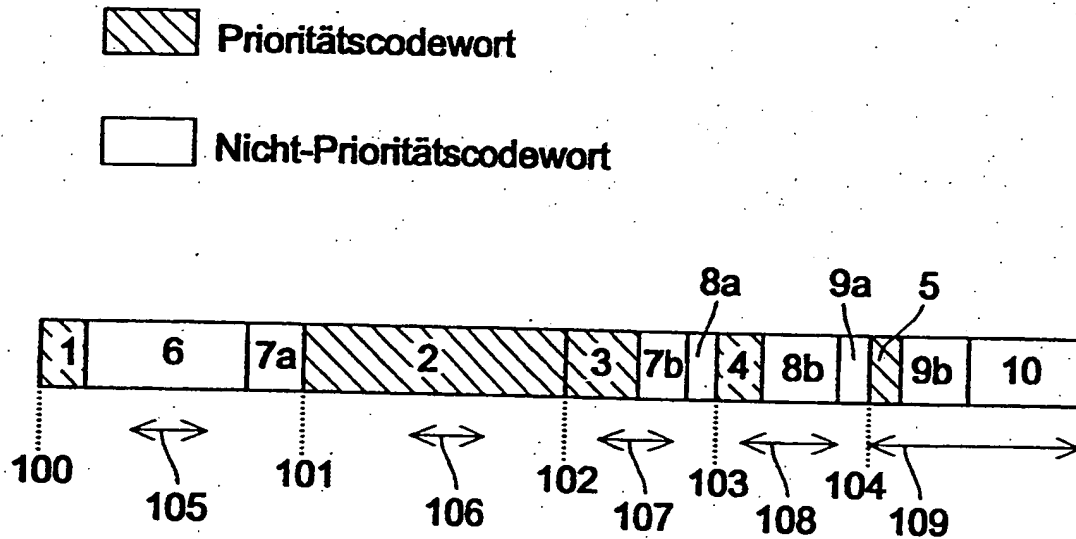


Fig. 5 (Stand der Technik)

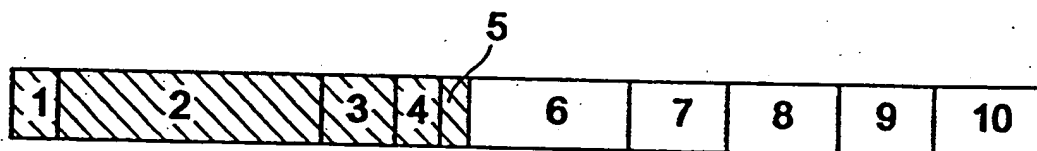


Fig. 6 (Stand der Technik)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No

PCT/EP 00/00312

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H03M7/40 H04B1/66

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H03M H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| Y | EP 0 453 229 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 23 October 1991 (1991-10-23) abstract column 1, line 31 -column 2, line 19 column 4, line 24 -column 6, line 51 column 14, line 49 -column 15, line 7 figures 1,2,10 | 1-21 |
| Y | US 5 579 430 A (GRILL BERNHARD ET AL) 26 November 1996 (1996-11-26) abstract column 8, line 18 -column 9, line 21 figures 2,3 | 1-21 |
| | -/- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 May 2000

Date of mailing of the international search report

25/05/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Barel-Faucheux, C

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A | US 5 392 037 A (KATO SHIRO) 21 February 1995 (1995-02-21) abstract column 2, line 44 -column 3, line 2 column 31, line 36 -column 33, line 12 figures 7,8 | 1-21 |
| A | EP 0 732 855 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 18 September 1996 (1996-09-18) abstract column 17, line 29 - line 48 column 19, line 8 -column 20, line 3 column 20, line 50 -column 21, line 28 column 22, line 16 -column 23, line 13 figures 2,6,7,9,19 | 1-21 |
| A | EP 0 612 156 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 24 August 1994 (1994-08-24) cited in the application the whole document | 1-21 |
| P,A | DE 197 47 119 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 29 April 1999 (1999-04-29) cited in the application the whole document | 1-21 |
| A | TAKISHIMA T ET AL: "REVERSIBLE VARIABLE LENGTH CODES" IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS,US,IEEE INC. NEW YORK, vol. 43, no. 2/04, PART 01, 1 February 1995 (1995-02-01), pages 158-162, XP000506544 ISSN: 0090-6778 page 158 figure 1 | 1-21 |
| P,A | "Resynchronizing Variable-Length Codes for Robust Image Transmission" Authors : Sheila S. HEMAMI, Tader CHANG, Richard LAU IEEE 1999 ISSN : 1068-0314 XP002137338 page 529 | 1-21 |
| P,A | "Reversible Variable Length Codes (RVLC) for robust coding of 3D topological mesh data" Authors : Zhidong YAN, Sunil KUMAR, Jiankun LI and C.C. Jay KUO IEEE 1999 ISSN : 1068-0314 XP002137339 page 560 | 1-21 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern. Application No

PCT/EP 00/00312

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP 0453229 A | 23-10-1991 | JP 4249492 A | 04-09-1992 |
| | | DE 69126565 D | 24-07-1997 |
| | | DE 69126565 T | 02-01-1998 |
| | | US 5148271 A | 15-09-1992 |
| | | JP 2998254 B | 11-01-2000 |
| | | JP 4219033 A | 10-08-1992 |
| US 5579430 A | 26-11-1996 | DE 3912605 A | 25-10-1990 |
| | | KR 136572 B | 15-05-1998 |
| | | NO 913931 A | 07-10-1991 |
| | | AT 140571 T | 15-08-1996 |
| | | AT 144090 T | 15-10-1996 |
| | | WO 9013182 A | 01-11-1990 |
| | | DE 59010419 D | 22-08-1996 |
| | | DE 59010538 D | 14-11-1996 |
| | | DK 393526 T | 18-11-1996 |
| | | EP 0393526 A | 24-10-1990 |
| | | EP 0612156 A | 24-08-1994 |
| | | EP 0717503 A | 19-06-1996 |
| | | ES 2088918 T | 01-10-1996 |
| | | GR 3021283 T | 31-01-1997 |
| | | JP 2739377 B | 15-04-1998 |
| | | JP 4504936 T | 27-08-1992 |
| US 5392037 A | 21-02-1995 | JP 2765268 B | 11-06-1998 |
| | | JP 4343576 A | 30-11-1992 |
| | | JP 2776075 B | 16-07-1998 |
| | | JP 5048577 A | 26-02-1993 |
| | | JP 2924416 B | 26-07-1999 |
| | | JP 5235778 A | 10-09-1993 |
| EP 0732855 A | 18-09-1996 | JP 8340258 A | 24-12-1996 |
| | | JP 9182073 A | 11-07-1997 |
| | | US 5852469 A | 22-12-1998 |
| EP 0612156 A | 24-08-1994 | DE 3912605 A | 25-10-1990 |
| | | AT 140571 T | 15-08-1996 |
| | | AT 144090 T | 15-10-1996 |
| | | WO 9013182 A | 01-11-1990 |
| | | DE 59010419 D | 22-08-1996 |
| | | DE 59010538 D | 14-11-1996 |
| | | DK 393526 T | 18-11-1996 |
| | | EP 0393526 A | 24-10-1990 |
| | | EP 0717503 A | 19-06-1996 |
| | | ES 2088918 T | 01-10-1996 |
| | | GR 3021283 T | 31-01-1997 |
| | | JP 2739377 B | 15-04-1998 |
| | | JP 4504936 T | 27-08-1992 |
| | | KR 136572 B | 15-05-1998 |
| | | NO 913931 A | 07-10-1991 |
| | | US 5579430 A | 26-11-1996 |
| DE 19747119 A | 29-04-1999 | DE 19840853 A | 09-03-2000 |
| | | EP 0911981 A | 28-04-1999 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Aktenzeichen

PCT/EP 00/00312

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H03M7/40 H04B1/66

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H03M H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| Y | EP 0 453 229 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 23. Oktober 1991 (1991-10-23) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 31 - Spalte 2, Zeile 19 Spalte 4, Zeile 24 - Spalte 6, Zeile 51 Spalte 14, Zeile 49 - Spalte 15, Zeile 7 Abbildungen 1,2,10 | 1-21 |
| Y | US 5 579 430 A (GRILL BERNHARD ET AL) 26. November 1996 (1996-11-26) Zusammenfassung Spalte 8, Zeile 18 - Spalte 9, Zeile 21 Abbildungen 2,3 | 1-21 |
| | -/- | |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindeterischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindeterischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Mai 2000

Abschließdatum des internationalen Recherchenberichts

25/05/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3018

Bevollmächtigter Bediensteter

Barel-Faucheux, C

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| A | US 5 392 037 A (KATO SHIRO) 21. Februar 1995 (1995-02-21) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 44 - Spalte 3, Zeile 2 Spalte 31, Zeile 36 - Spalte 33, Zeile 12 Abbildungen 7,8 | 1-21 |
| A | EP 0 732 855 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 18. September 1996 (1996-09-18) Zusammenfassung Spalte 17, Zeile 29 - Zeile 48 Spalte 19, Zeile 8 - Spalte 20, Zeile 3 Spalte 20, Zeile 50 - Spalte 21, Zeile 28 Spalte 22, Zeile 16 - Spalte 23, Zeile 13 Abbildungen 2,6,7,9,19 | 1-21 |
| A | EP 0 612 156 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 24. August 1994 (1994-08-24) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument | 1-21 |
| P,A | DE 197 47 119 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 29. April 1999 (1999-04-29) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument | 1-21 |
| A | TAKISHIMA T ET AL: "REVERSIBLE VARIABLE LENGTH CODES" IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, US, IEEE INC. NEW YORK, Bd. 43, Nr. 2/04, PART 01, 1. Februar 1995 (1995-02-01), Seiten 158-162, XP000506544 ISSN: 0090-6778 Seite 158 Abbildung 1 | 1-21 |
| P,A | "Resynchronizing Variable-Length Codes for Robust Image Transmission" Authors : Sheila S. HEMAMI, Tader CHANG, Richard LAU IEEE 1999 ISSN : 1068-0314 XP002137338 Seite 529 | 1-21 |
| P,A | "Reversible Variable Length Codes (RVLC) for robust coding of 3D topological mesh data" Authors : Zhidong YAN, Sunil KUMAR, Jiankun LI and C.C. Jay KUO IEEE 1999 ISSN : 1068-0314 XP002137339 Seite 560 | 1-21 |

INTERNATIONALER RECHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Aktenzeichen

PCT/EP 00/00312

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|-------------------------------|---|--|
| EP 0453229 A | 23-10-1991 | JP 4249492 A DE 69126565 D DE 69126565 T US 5148271 A JP 2998254 B JP 4219033 A | 04-09-1992 24-07-1997 02-01-1998 15-09-1992 11-01-2000 10-08-1992 |
| US 5579430 A | 26-11-1996 | DE 3912605 A KR 136572 B NO 913931 A AT 140571 T AT 144090 T WO 9013182 A DE 59010419 D DE 59010538 D DK 393526 T EP 0393526 A EP 0612156 A EP 0717503 A ES 2088918 T GR 3021283 T JP 2739377 B JP 4504936 T | 25-10-1990 15-05-1998 07-10-1991 15-08-1996 15-10-1996 01-11-1990 22-08-1996 14-11-1996 18-11-1996 24-10-1990 24-08-1994 19-06-1996 01-10-1996 31-01-1997 15-04-1998 27-08-1992 |
| US 5392037 A | 21-02-1995 | JP 2765268 B JP 4343576 A JP 2776075 B JP 5048577 A JP 2924416 B JP 5235778 A | 11-06-1998 30-11-1992 16-07-1998 26-02-1993 26-07-1999 10-09-1993 |
| EP 0732855 A | 18-09-1996 | JP 8340258 A JP 9182073 A US 5852469 A | 24-12-1996 11-07-1997 22-12-1998 |
| EP 0612156 A | 24-08-1994 | DE 3912605 A AT 140571 T AT 144090 T WO 9013182 A DE 59010419 D DE 59010538 D DK 393526 T EP 0393526 A EP 0717503 A ES 2088918 T GR 3021283 T JP 2739377 B JP 4504936 T KR 136572 B NO 913931 A US 5579430 A | 25-10-1990 15-08-1996 15-10-1996 01-11-1990 22-08-1996 14-11-1996 18-11-1996 24-10-1990 19-06-1996 01-10-1996 31-01-1997 15-04-1998 27-08-1992 15-05-1998 07-10-1991 26-11-1996 |
| DE 19747119 A | 29-04-1999 | DE 19840853 A EP 0911981 A | 09-03-2000 28-04-1999 |